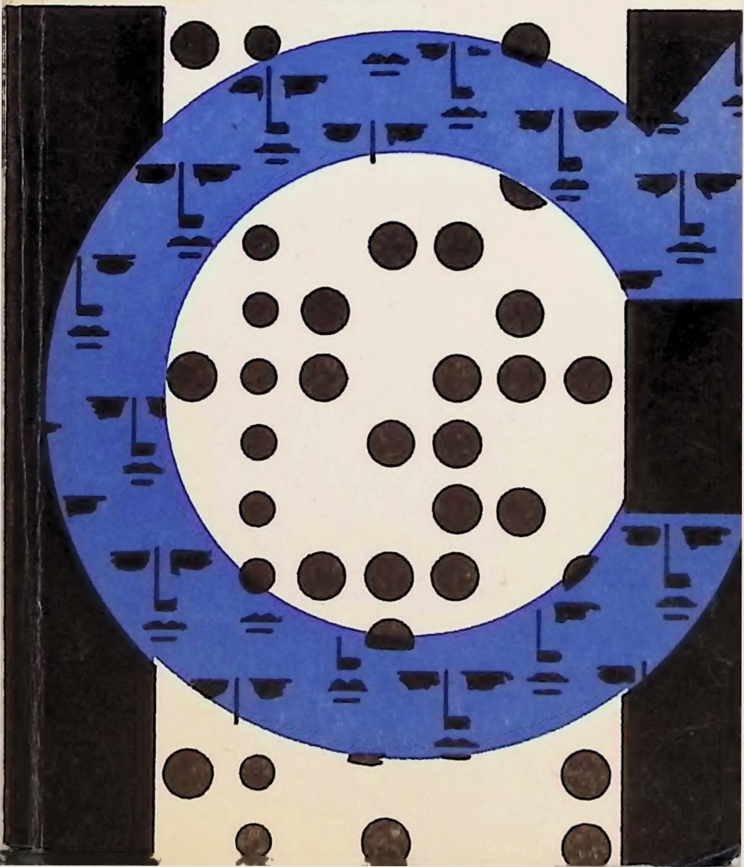
Marek Duda
Stefan Forlicz

500 zagadek cybernetycznych





zagadek cybernetycznych

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA

Oddajemy do rąk Czytelnika kolejny tomik z serii „500 zagadek", tym razem poświęcony cybernetyce.

Niezwykła wielostronność przedmiotu — z jednej — i lakoniczna forma zagadki — z drugiej strony, sprawiają, że niemożliwe jest w 500 pytaniach i odpowiedziach dokładne spenetrowanie ani wszerz, ani w głąb wszystkich obszarów cybernetyki. Z konieczności zagadki muszą być wynikiem pewnego wyboru, często kompromisu, a nawet rezygnacji z pewnych tematów. Dlatego mogą pozostawić uczucie niedosytu; naszą intencją było jednak przede wszystkim zainteresowanie Czytelnika i zachęcenie go do sięgnięcia po inne, szerzej omawiające zagadnienie książki.

Nie ma w zagadkach wzorów matematycznych (z jednym wyjątkiem) — odwołują się one raczej do intuicji i prawidłowego kojarzenia zjawisk. Chcielibyśmy, żeby zagadki uczyły, bawiły, ale nie nudziły. Czy nam się to udało, pozostawiamy ocenie Czytelnika.

Na koniec chcemy podziękować tym wszystkim, którzy okazali nam pomoc w trakcie powstawania tej książki, a przede wszystkim prof. J. L. Kulikowskiemu, drowi A. Baborskiemu i mgrowi A. B. Empacherowi, którym zawdzięczamy wiele cennych wskazówek.

AUTORZY

pytania

1. PIERWSZY SPRAWDZIAN

Dla „rozgrzewki" proponujemy na początek quiz. Zebrane w nim hasła, jeśli nie wszystkie, to w większości są znane na pewno Czytelnikowi, choćby z prasy lub książek popularnonaukowych czy specjalistycznych. Chcielibyśmy jednak sprowokować Czytelnika do podania precyzyjnego sformułowania treści wymienionych pojęć. Dla ułatwienia podajemy kilka odpowiedzi, z których jedna jest prawdziwa. Mamy nadzieję, że więcej informacji związanych zarówno z tymi pojęciami, które są znane, jak też z tymi, które są nieznane czy mniej znane Czytelnikowi, dostarczą następne zagadki. Życzymy przyjemnej lektury.

1. Cybernetyka
   a) inna nazwa automatyki
   b) dyscyplina zajmująca się łącznością i sterowaniem w maszynach i organizmach żywych
   c) nauka zajmująca się budową maszyn matematycznych
2. Komputer
   a) mózg elektronowy
   b) elektroniczna maszyna cyfrowa sterowana automatycznie
   c) bardzo duża maszyna matematyczna
3. „Czarna skrzynka"
   a) obiekt, którego struktury wewnętrznej nie znamy
   b) układ zabezpieczający zebraną informację przed niepowołanymi osobami
   c) główna część komputera
4. Sterowanie
   a) kierowanie statkiem według ustalonego kursu
   b) wywieranie pożądanego wpływu na określone przedmioty lub zjawiska
   c) zdalne oddziaływanie na jakiś przedmiot

5. System wielki

a) ogólnie obowiązujący zbiór zasad
b) układ zawarty między wielu państwami
c) układ o bardzo skomplikowanej strukturze uniemożliwiającej badanie go zwykłymi metodami

6. Bit

a) jednostka informacji
b) skrót od nazwy Biuro Informacji Technicznej
c) podstawowa komórka w maszynie cyfrowej

7. Automat

a) urządzenie pozwalające zastąpić pracę ręczną — pracą zmechanizowaną
b) urządzenie działające w pełnym cyklu swej pracy bez bezpośredniego udziału człowieka
c) pistolet maszynowy

8. Algorytm

a) nazwa pierwszego komputera
b) dokładny przepis wykonywania w określonym porządku skończonej liczby operacji, pozwalający rozwiązać każde zadanie danego typu
c) starożytne liczydło

9. Sprzężenie zwrotne

a) jednoczesne działanie w dwóch przeciwnych kierunkach
b) związek między wejściem a wyjściem układu
c) zwrotne działanie skutku na przyczynę

10. Homeostat

a) machina do wytwarzania pola elektrostatycznego o odpowiednim napięciu
b) model układu krążenia krwi
c) model imitujący mechanizm zachowania równowagi fizjologicznej przez organizm

2. „NA POCZĄTKU BYŁO SŁOWO"

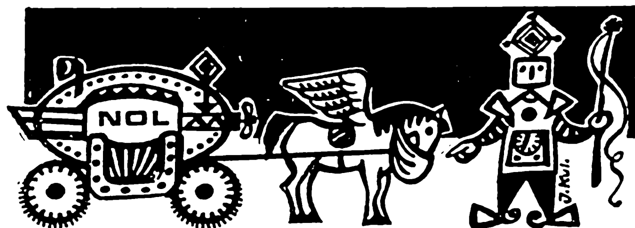
Słowo „cybernetyka" powstało znacznie wcześniej niż ta niezwykła dziedzina, która dla jednych jest młodą, dynamicznie rozwijającą się nauką, dla innych zaś nową i płodną metodą badawczą. Słowo nie jest już dzisiaj tak mgliste, niezrozumiałe jak jeszcze przed kilkunastu laty, traci na tajemniczości. Ale o tym później, na razie postarajmy się uporządkować nasze wiadomości o początkach cybernetyki.

1. Jakie jest pochodzenie słowa „cybernetyka"?
2. Kto i w jakim znaczeniu użył go po raz pierwszy?
3. Kto pierwszy nazwał „cybernetyką" naukę o rządzeniu społeczeństwami?
4. Kiedy słowo „cybernetyka" pojawiło się w polskiej literaturze?
5. W jaki sposób zdefiniował cybernetykę Norbert Wiener?
6. W jaki sposób kłopoty artylerii przeciwlotniczej zainspirowały powstanie nowoczesnej cybernetyki?
7. Jaką publikację można uważać za „metrykę urodzenia" cybernetyki?
8. Jakie znaczenie w historii cybernetyki ma Vanderbilt Hall?
9. Kiedy i gdzie powstała pierwsza organizacja o zasięgu międzynarodowym zajmująca się popularyzacją cybernetyki?
10. Na pograniczu jakich nauk narodziła się nowoczesna cybernetyka?

3. KONFERENCJA PRASOWA

Nareszcie udało się schwytać „niezidentyfikowany obiekt latający" (NOL) — wielka frajda przede wszystkim dla naukowców. Eksperci przeprowadzili badania i właśnie ma się odbyć konferencja prasowa, na której zebrali się przedstawiciele różnych dziedzin nauki, m.in. cybernetycy. Padają różne pytania. Czy odgadniemy, które z nich wyszły z ust cybernetyka?

1. W jakich okolicznościach schwytano NOL-a?
2. Czy zauważono jakieś zmiany w zachowaniu NOL-a?
3. Jaki to jest twór — żywy czy martwy?
4. Czy próbował się skomunikować z ludźmi?
5. Jaki ma kształt?
6. Z czego jest zbudowany?
7. Czy w trakcie przeprowadzonego eksperymentu udało się wykryć jakąś regularność w jego zachowaniu?
8. Czy zauważono analogię między zachowaniem NOL-a i jakiegoś tworu ziemskiego?
9. Jaki napęd pozwolił mu dotrzeć do Ziemi?
10. Czy kierowany jest z zewnątrz, czy też jest układem samodzielnym?



4. CZY WIESZ, KTO TO JEST?

Jest takie słowo „koryfeusz", które wywodzi się ze starożytnej Grecji i oznacza przodownika chóru w tragedii greckiej. Dzisiaj używa się go najczęściej w jednym znaczeniu — koryfeusz to człowiek przodujący w nauce, sztuce itd. Cybernetyka ma także swoich koryfeuszy. Przypomnijmy sobie ich nazwiska.

1. Angielski psychiatra, poświęcił się głównie badaniom nad modelowaniem adaptacyjnych funkcji mózgu w oparciu o teorię homeostazy. W 1948 skonstruował mechanizm imitujący zjawisko homeostazy.
2. Wybitny teoretyk cybernetyki, popularyzator nauk cybernetycznych w Polsce. Zajmował się logiką matematyczną i jej zastosowaniami praktycznymi. Rozbudował cybernetyczną aparaturę pojęciową, w szczególności teorię układów względnie odosobnionych, twórca zasad dwoistości!
3. Wybitny matematyk radziecki zajmujący się również pracami z zakresu cybernetyki; autor fundamentalnych prac z dziedziny filtracji procesów losowych, twórca koncepcji uogólnionej miary ilości informacji i in.
4. Wybitny ekonomista polski, pierwszy prezes Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Cybernetycznego. Wskazywał na perspektywy zastosowania metod cybernetycznych w ekonomii.
5. Amerykański neurofizjolog, jeden z pionierów cybernetyki, badacz struktury sieci neuronowej i niezawodności systemów biologicznych. W 1943 r. wraz z logikiem W. S. Pittsem opracował uproszczony abstrakcyjny model neuronu.

W 1946 r. zainicjował pierwszą nowojorską międzydyscyplinarną konferencję poświęconą sterowaniu i łączności w maszynach i zwierzętach, na której sformułowane zostały podstawy cybernetyki.

6. Jeden z najwybitniejszych matematyków i cybernetyków XX w., uczony amerykański pochodzenia węgierskiego. Stworzył m.in. podstawy teorii gier oraz teoretyczne podstawy maszyn cyfrowych.

7. Amerykański matematyk i elektryk. W 1948 r. stworzył podstawy teorii informacji, opracowując sposób określania ilości informacji. W zakresie teorii automatów zajmował się m.in. problemami budowy maszyn grających w szachy oraz modelowaniem procesów rozwiązywania zadań labiryntowych.

8. Wybitny logik i matematyk angielski, twórca teorii automatów i maszyn matematycznych. Zajmował się analogią między myśleniem a niektórymi funkcjami maszyn matematycznych. W 1948 r. opracował ostateczną koncepcję abstrakcyjnej maszyny matematycznej.

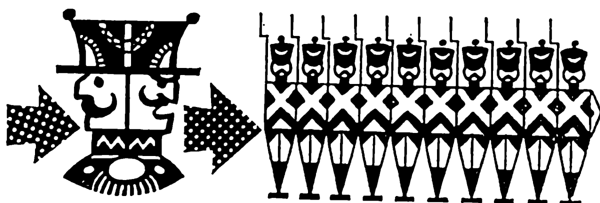
9. Angielski neurofizjolog, pionier elektroencefalograficznych badań mózgu i modelowania biocybernetycznego, konstruktor pierwszych sztucznych żółwi i modeli imitujących tworzenie się odruchu warunkowego. Współzałożyciel Międzynarodowego Towarzystwa Cybernetycznego.

10. Uczony amerykański polskiego pochodzenia, matematyk, zwany jest „ojcem cybernetyki". W czasie II wojny światowej zajmował się wykorzystaniem cyfrowych maszyn matematycznych do obliczeń balistycznych. Uogólnił zasadę sprzężenia zwrotnego ujemnego na układy automatycznej regulacji i organizmy żywe.

5. SPÓJRZMY INACZEJ

Wszyscy przyzwyczajamy się dość jednostronnie patrzeć na elementy otaczającej nas rzeczywistości i dlatego nie zawsze potrafimy dostrzec wspólne cechy pozornie bardzo odległych zjawisk. Konstruktor patrzy na radioodbiornik od strony jego technologii, sprzedawca widzi w nim towar, dla słuchaczy radioodbiornik jest źródłem wiadomości, rozrywki itd. Spróbujmy spojrzeć na niego inaczej — „cybernetycznie". Radioodbiornik widziany z takiej perspektywy jest jednym z wielu układów względnie odosobnionych, ponieważ można w nim wskazać drogi „komunikowania się" z otoczeniem, wymaga on mianowicie dostarczenia z zewnątrz (przez użytkownika) energii zasilającej i informacji o tym, którą stację ma odbierać, oraz istnienia informacji do odtworzenia (sygnału nadawanego przez stację), natomiast na zewnątrz emituje sygnał dźwiękowy. Krótko mówiąc, ma „wejścia" i „wyjścia". Spróbujmy spojrzeć podobnie na:

1. karabin
2. neuron
3. lodówkę
4. łącznicę telefoniczną
5. telewizor
6. fabrykę gwoździ
7. samochód wraz z kierowcą
8. komputer
9. kompanię wojska
10. człowieka



6. JUŻ STAROŻYTNI...

...konstruowali automaty. Dzisiaj czasem trudno je nawet nazwać automatami, najczęściej były to zwykłe mechanizmy wykonujące jedną lub kilka zaprogramowanych czynności. Dopiero w XVIII w. pojawiło się urządzenie, które samo rozrządzało swoją energią sterowania, a więc w pełni zasługiwało na nazwę automatu. Z jakiej epoki pochodzą wymienione niżej urządzenia? Które z nich są rzeczywiście automatami?

1. antyczny kalkulator astronomiczny
2. automat otwierający drzwi świątyni po złożeniu całopalnej ofiary
3. automat sprzedający wodę święconą
4. urządzenie do automatycznego rozrządu pary, zastosowane po raz pierwszy w kopalniach angielskich
5. „człowiek mówiący" Kempelena
6. rozdzielacz zboża
7. urządzenie samoczynnie ustawiające skrzydła wiatraka
8. sztuczna kaczka Vaucansona
9. regulator Watta
10. gracz w szachy Torresa y Quevedo



Proponujemy teraz zabawę przypominającą dziecinne układanie klocków, tyle że „klocki" nie będą klockami; w naszej symbolice będą oznaczały pewne rzeczywiste obiekty. Reguły zabawy są proste — „klocki" mamy ułożyć w takim porządku, aby ich układ oddawał rzeczywiste powiązania między obiektami (powiązania te będziemy nazywać sprzężeniami), które mogą być typu szeregowego (jeden obiekt oddziałuje na drugi, ale nie odwrotnie), równoległego (jeden obiekt oddziałuje na wiele innych), zwrotnego (jeden obiekt oddziałuje na drugi i odwrotnie) lub kombinowanego: szeregowo-równoległego, szeregowo-zwrotnego itd. Ale nie odbierajmy klocków dzieciom. Dla nas klockiem przecież może być prostokącik na kartce papieru z wpisaną wewnątrz nazwą obiektu, który ma symbolizować. Powiązania między obiektami możemy zobrazować za pomocą odpowiednich linii łączących te prostokąty. Spróbujmy więc narysować parę takich „schematów blokowych", ale zanim do tego przystąpimy, zastanówmy się wpierw, jak są ze sobą sprzężone następujące obiekty:

1. stanowiska na taśmie produkcyjnej
2. gracze w grze w szachy
3. narzędziownia z innymi oddziałami w tej samej fabryce
4. przekaźniki telewizyjne należące do sieci retransmisyjnej
5. kłócące się przekupki
6. latarnia morska i okręty
7. żaróweczki w elektrycznej instalacji zawieszonej na choince

8. biegacze biorący udział w sztafecie 4×100 m

9. dzieło sztuki i jego odbiorcy

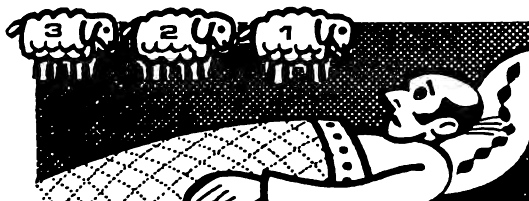
10. kopalnia rudy, huta i fabryka urządzeń górniczych



8. A MOŻE NA PALCACH?

Potrzeba i umiejętność liczenia u człowieka narodziła się bardzo dawno, być może wraz z pojawieniem się pierwszych form wymiany towarowej. Dzisiaj taka umiejętność jest składnikiem najbardziej podstawowej wiedzy każdego człowieka i dlatego z nowoczesnością kojarzy się już nie zwykłe liczenie, ale tzw. przetwarzanie danych, choć nie zawsze uświadamiamy sobie, że te dwie dziedziny związane są genetycznie i historycznie — współczesne techniki i narzędzia przetwarzania danych wyrosły w toku ulepszania starych technik i narzędzi do liczenia oraz powstawania nowych potrzeb w tym zakresie. Poniżej wypisane są przykłady narzędzi, które służyły bądź służą człowiekowi do wykonywania najprostszych działań arytmetycznych albo do przetwarzania danych. Spróbujmy je uszeregować w kolejności chronologicznej.

1. maszyna licząco-analityczna
2. kij karbowany
3. sumator
4. elektroniczna maszyna matematyczna
5. abakus
6. komputer
7. maszyna różnicowa
8. arytmometr
9. suwak logarytmiczny
10. tabliczki Napiera



9. CZY TYLKO LICZĄ?

Niektórzy z naszych Czytelników zapewne sobie przypominają jeden z przebojów młodzieżowych sprzed paru lat, w którym powtarzały się słowa: „Automaty liczą, liczą, liczą..." W piosence jest to możliwe, pozwala jej na to, powiedzmy, *licentia poetica*, w rzeczywistości automaty nie liczą, liczą komputery. Ale nie tylko liczą. ich możliwości można wykorzystać do wielu. w pewnym sensie nawet twórczych zadań. Poniżej podano dziesięć możliwości zastosowania komputerów. Niektóre z nich są wykorzystywane w masowej skali, inne tylko w rzadkich przypadkach. niektóre mają szerokie zastosowanie praktyczne. inne można uznać za przykład zabawy programistów. Zastanówmy się. na czym polega rola komputera w:

1. komponowaniu muzyki
2. egzaminowaniu
3. analizie utworów literackich
4. stawianiu diagnozy lekarskiej
5. rozszyfrowywaniu nieznanych tekstów
6. tłumaczeniu z języków obcych
7. dobieraniu małżeństw
8. pisaniu wierszy
9. znajdowaniu sprawcy przestępstwa
10. kierowaniu procesem produkcyjnym

10. ZABAWA W „ŻYCIE"

Tym wszystkim, którzy lubią gry, pasjanse, łamigłówki, proponujemy teraz zabawę, którą jej twórca John Horton Conway nazwał *game of life* (dosłownie z ang. „gra w życie"). Trzeba tylko wziąć do ręki ołówek i pokratkowany papier. Każdy punkt, umieszczony wewnątrz którejś z kratek, sąsiaduje z ośmioma innymi polami kratek (pionowo, poziomo i po przekątnych). Każdy taki punkt obrazuje jakby komórkę fikcyjnego „organizmu". Poniżej podano dziesięć „organizmów" w pierwszym stadium istnienia. Kierując się określonymi regułami ewolucji „organizmów" należy podać, jak będzie wyglądał taki „organizm" po dziesięciu „latach" (w dziesiątym „pokoleniu"). Oto reguły podane przez Conwaya, które można by nazwać prawami genetycznymi:

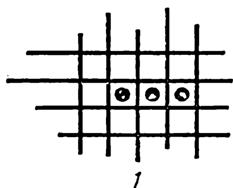
— każda komórka, która sąsiaduje z dwiema lub trzema komórkami żyje przez następne pokolenie;

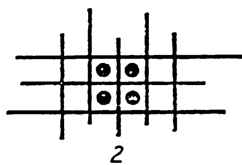
— każda komórka, która sąsiaduje z czterema lub większą liczbą komórek, umiera wskutek przeludnienia; każda komórka, która jest samotna lub sąsiaduje z jedną tylko komórką, umiera wskutek osamotnienia;

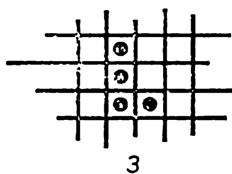
— na każdym polu płaszczyzny (kartki), które sąsiaduje z trzema i tylko z trzema komórkami, rodzi się nowa komórka;

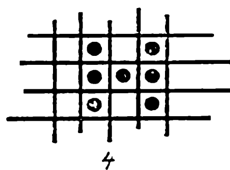
— śmierć jednych komórek i narodziny drugich odbywają się w tej samej chwili.

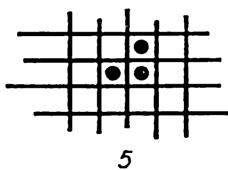
Proponowana przez nas zabawa ma oczywiście wyraźny podtekst cybernetyczny. Równie dobrze zamiast o „organizmie" można by mówić o abstrakcyjnym automacie, który przechodzi w kolejnych „krokach" ze stanu do stanu w myśl określonych reguł przejścia.

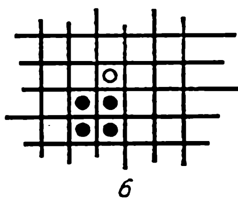

1

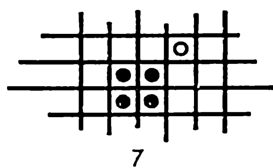

2

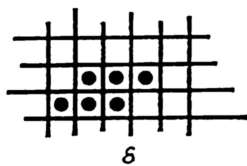

3

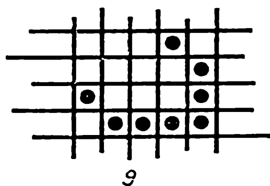

4

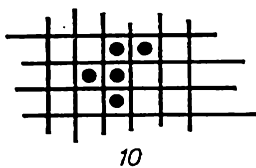

5


6


7


8


9


10

11. „KRÓLOWA BONA UMARŁA"

Tym znanym staropolskim porzekadłem kwituje się często przekazywane przez kogoś wieści, które słuchającym są doskonale znane. Sens takiej reakcji słuchaczy wywodzi się z intuicyjnego odczucia ilości informacji niesionej przez wiadomość. Im zdarzenie, o którym mówi wiadomość, jest mniej prawdopodobne, trudniejsze do przewidzenia, tym sama wiadomość dostarcza więcej informacji; im bardziej jest prawdopodobne, łatwiejsze do przewidzenia, tym mniej warta słuchania jest wiadomość, bo tym mniej dostarcza informacji. Z tą właśnie intuicją zgodna jest miara ilości informacji wprowadzona do cybernetyki przez Shannona. Proponujemy teraz Czytelnikom sprawdzić swoją intuicję. Zgadnijmy, co zawiera więcej informacji:

1. wiadomość, że w rzucie monetą wypadł orzeł, czy wiadomość, że w rzucie kostką wypadła szóstka?
2. wiadomość, że Andrzej urodził się w niedzielę, czy wiadomość, że Marek urodził się pod znakiem Ryb?
3. wiadomość, że w klasie jest 30 uczniów, w tym 20 dziewcząt i 10 chłopców, czy wiadomość, że w klasie jest 20 dziewcząt i 10 chłopców?
4. obraz telewizyjny czy 1000 słów spikera radiowego?
5. wiadomość, że w totolotku wylosowano liczby 1, 2, 3, 4, 5, 6, czy wiadomość, że w ruletce wypadła trzynastka?
6. wiadomość, że przedszkolak „wystukał" na maszynie do pisania *Bajkę o Jasiu i Małgosi,* czy wiadomość, że maturzysta „wystukał" *Odę do młodości?*

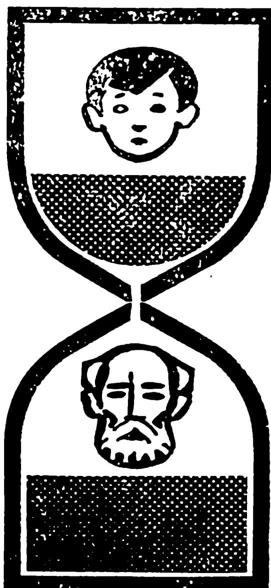
7. wiadomość, że na Saharze jest piasek, czy wiadomość, że na Jowiszu jest woda?
8. plemnik ludzki czy biblioteka złożona z 5000 tomów?
9. wiadomość, że na Uranie jest życie, czy wiadomość, że na Plutonie jest życie?
10. wiadomość, że woda w czajniku postawionym na ogniu po pewnym czasie zamarzła, czy wiadomość, że woda zagotowała się?



12. PARĘ WARIACJI NA TEMAT TRANSFORMACJI

Wszystko, co nas otacza, łącznie z nami podlega ciągłym zmianom (przypomnijmy sobie znane słowa Heraklita: *panta rhei* — wszystko płynie). Każdy układ charakteryzuje się określoną dynamiką — zmienia się w czasie, przechodzi z jednego stanu do innego; mówimy, że podlega pewnej przemianie, transformacji. Spróbujmy teraz określić, co i jakiej ulega transformacji w czasie, wybierając sobie układy z następujących dziedzin:

1. przyrządzanie posiłku
2. rozpalanie ognia
3. silnik spalinowy
4. krawiectwo
5. rozwój embrionalny
6. meteorologia
7. kosmologia
8. ontogeneza
9. twórczość
10. ewolucja zwierząt



13. „STEROWANIE JEST KONIECZNOŚCIĄ"

Ta trawestacja łacińskiego powiedzenia *navigare necesse est* („żeglowanie jest koniecznością") dobrze chyba oddaje wagę sterowania w całej przyrodzie, jak i w każdym z przejawów działalności człowieka, z drugiej zaś strony wskazuje na morskie pochodzenie terminu „sterowanie". Cybernetyce zawdzięczamy rozszerzenie tego pojęcia. Najogólniej sterowanie można określić jako wywieranie pożądanego wpływu na określone przedmioty bądź zjawiska. Taka definicja nie pretenduje rzecz jasna do szczególnej precyzji, mogą się pojawić pewne kontrowersje. Spróbujmy je wyjaśnić w odpowiedziach na następujące pytania:

1. Czy przedmiotem sterowania może być tylko obiekt materialny?
2. Czy nieostrożne stąpnięcie powodujące obsunięcie się lawiny jest sterowaniem?
3. Czy sterować można każdym układem względnie odosobnionym?
4. Czy strzał startera ma sterujący wpływ na bieg zawodników?
5. Czy sterowanie może się odbyć bez przesyłania informacji?
6. Czy sterowanie wielkim obiektem musi pochłaniać wiele energii?
7. Czy brak działania może spełniać funkcję sterującą?
8. Czy sterowanie wymaga bezpośredniego oddziaływania na obiekt?
9. Czy zawsze potrzebna jest kontrola osiąganych w wyniku sterowania efektów?
10. Czy każde oddziaływanie na obiekt można nazwać sterowaniem?

14. PRZEDMIOT CZY PODMIOT

Na ogół każde zjawisko, każdy proces, każde pojęcie ma swoje atrybuty, z którymi jest ściśle związane. Żołnierz bez karabinu nie jest żołnierzem, prawo traci swój sens, jeśli nie ma tych, do których by się stosowało, podobnie o sterowaniu można mówić tylko wtedy, gdy istnieje coś, co ma być sterowane — nazwijmy to „coś" układem sterowanym, oraz coś, co nim steruje, konsekwentnie nazwijmy to układem sterującym. Innymi słowy, układ sterowany jest przedmiotem oddziaływania sterującego, układ sterujący — podmiotem. Jeśli jednak przyjrzymy się układom występującym w przyrodzie, czy nawet tym stworzonym przez człowieka, to zauważymy, że niełatwo jest wyróżnić w nich układ sterowany i sterujący, często jeden spełnia także funkcje drugiego. Spróbujmy więc odnaleźć układ sterujący i układ sterowany w następujących procesach:

1. procesie sterowania przez milicję ruchem ulicznym
2. procesie sterowania statkiem
3. procesie numerycznego sterowania dowolną obrabiarką
4. procesie zaopatrywania sklepów sieci handlowej w towary
5. procesie wydzielania śliny
6. komputerze
7. procesie zarządzania przez kierownictwo przedsiębiorstwem

8. procesie zachowania równowagi chemicznej organizmu

9. procesie rządzenia państwem

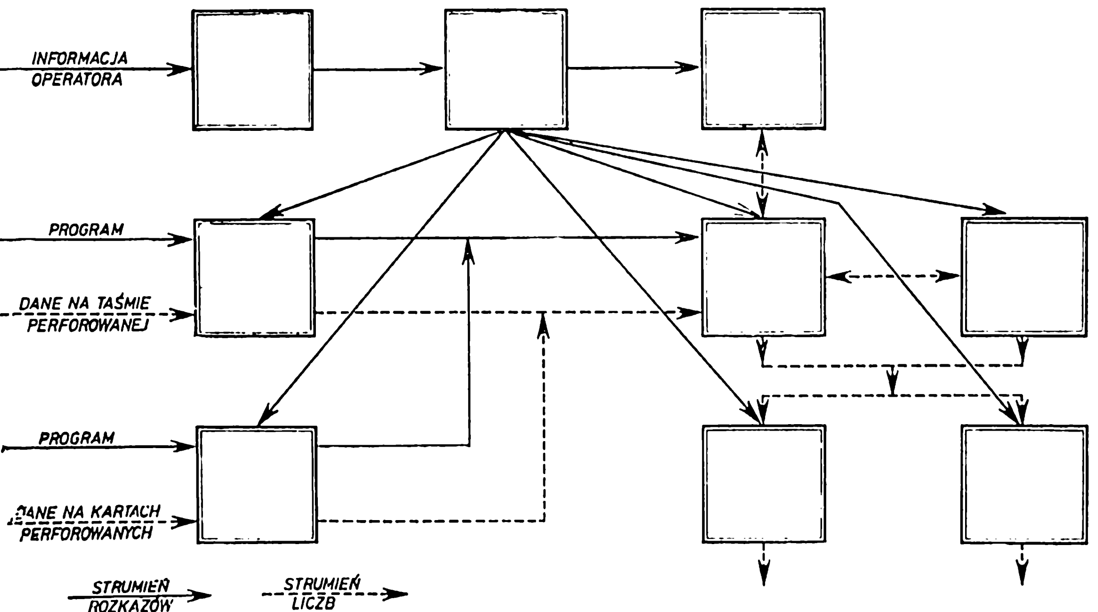
10. procesie rozdziału energii elektrycznej poszczególnym odbiorcom



15. KOMPUTER OD ŚRODKA

Wielu nazywa go cudem XX w. Zbudowany jest z tysięcy rozmaitych części — oporników, kondensatorów, półprzewodników, połączonych w skomplikowane układy. Obfitość części i złożoność ich połączeń to zapewne podstawowa przyczyna, dla której porównuje się go często do mózgu. Jeśli jednak spojrzeć na komputer „całościowo", to okaże się, że można w nim wyróżnić zupełnie niewiele podstawowych układów spełniających ściśle określone funkcje. Poniżej wypisano dziesięć takich podstawowych podukładów komputera. Spróbujmy je ulokować w odpowiednich miejscach podanego na str. 31 schematu blokowego.

1. pulpit operacyjny 2. czytnik taśmy perforowanej 3. czytnik kart perforowanych	urządzenia wejściowe
4. układ sterowania 5. pamięć operacyjna (wewnętrzna) 6. arytmometr	
7. pamięć bębnowa 8. pamięć dyskowa	pamięć zewnętrzna
9. drukarka wierszowa 10. perforator taśmy	urządzenia wyjściowe


INFORMACJA OPERATORA
PROGRAM
DANE NA TAŚMIE PERFOROWANEJ
PROGRAM
DANE NA KARTACH PERFOROWANYCH
STRUMIEŃ ROZKAZÓW
STRUMIEŃ LICZB

16. CIEKAWE NAZWY

Ze słownika pojęć cybernetycznych wybraliśmy nazwy, które albo są nietypowe dla języka naukowego, albo przynajmniej dźwięcznie brzmią. Ciekawi jesteśmy, czy nasuną one Czytelnikowi właściwe skojarzenia.

1. biały szum
2. cyborg
3. punkt siodłowy
4. bang-bang
5. wąskie gardło
6. Monte Carlo
7. stopień swobody
8. ścieżka krytyczna
9. reżym pracy
10. automat skończony



17. RECEPTA NA WSZYSTKO

Tytuł może wywołać u Czytelnika pewne zdziwienie: czy istnieje recepta na wszystko? Odpowiadamy — w pewnym sensie tak, jest nią algorytm, czyli dokładny przepis wykonania w określonym porządku skończonej liczby operacji, pozwalający na rozwiązanie każdego zadania danego typu. Algorytm przekazuje metodę postępowania na kolejnych etapach wykonywanego zadania. Ktokolwiek będzie się do tych rozkazów stosował, uzyska prawidłowy wynik. Dlatego rozwiązywanie zadania mającego swój algorytm można powierzyć nisko kwalifikowanemu pracownikowi lub urządzeniu technicznemu, gdyż do stosowania algorytmu nie jest potrzebne zrozumienie treści zadania. Każdy program komputera jest właśnie algorytmem. Sama nazwa „algorytm" pochodzi od imienia średniowiecznego matematyka arabskiego Al-Chwarizmiego, który w IX w. podał algorytmy dodawania, odejmowania, mnożenia i dzielenia liczb dziesiętnych. Przypomnijmy więc sobie, jaki jest algorytm:

1. parzenia herbaty
2. przyrządzania tortu czekoladowego
3. znajdowania wybranej książki na półce
4. obliczania sumy liczb
5. walca angielskiego (powiedzmy obroty w prawo)
6. wbijania gwoździa w ścianę
7. wyszukiwania hasła w encyklopedii
8. telefonowania
9. napełniania wanny wodą o określonej temperaturze
10. fotografowania

18. BEZ POMOCY TELEPATII

Jak dotąd, nie udało się człowiekowi wynaleźć innego sposobu przekazywania informacji niż za pomocą jakiegoś fizycznego nośnika. Nawet zwykła wymiana zdań w trakcie dyskusji nie byłaby możliwa, gdyby fala dźwiękowa przenosząca wiadomość od jednego dyskutanta nie docierała do uszu drugiego. Tylko telepatia w książkach fantastycznych nie wymaga materialnego nośnika, który by przenosił informację od nadawcy do odbiorcy. Ale telepatia to nic pewnego, więc poczekajmy, aż nauka wyjaśni, czy rzeczywiście istnieje, a jeśli tak, to czy czasem nie ma jednak fizykalnego charakteru. Tymczasem zejdźmy na ziemię i spróbujmy odpowiedzieć na pytanie, jaki nośnik służy do przenoszenia:

1. melodii i treści piosenek, pieśni itp.
2. mowy na bardzo duże odległości
3. informacji do komputera
4. informacji między uczniami i nauczycielem
5. informacji o postępach studenta
6. informacji o układzie ulic w mieście
7. informacji o użytkownikach sieci telefonicznej
8. informacji o typie substancji chemicznej (zasadowa czy kwasowa)

9. informacji o tym, czy adorator jest mile widziany w domu panny, o której rękę zabiega (patrz: *Pan Tadeusz*)

10. informacji o cechach dziedzicznych każdego człowieka



19. OD KOŃCA DO POCZĄTKU

Od końca do początku, od skutku do przyczyny — tak obrazowo określa się czasem sprzężenie zwrotne. Zasługą cybernetyków jest dostrzeżenie tego przedziwnego, wszędobylskiego mechanizmu, który przeczy „normalnemu" kierunkowi wszelkiego działania — od przyczyny do skutku. Idea sprzężenia zwrotnego była niejednokrotnie wykorzystywana, jeszcze zanim powstała cybernetyka, ale ta uświadomiła nam jego uniwersalny charakter. Sprzężenie zwrotne można odnaleźć wszędzie, w przyrodzie i w życiu codziennym. Poniżej przytaczamy parę sytuacji, mechanizmów, przykładów urządzeń, w których sprzężenie zwrotne odgrywa istotną rolę. Postarajmy się wykryć jego udział.

1. Statek ulega na morzu uszkodzeniu, np. trafiając na skałę. Na statek wdziera się woda, a uszkodzenia nie można naprawić. Jaki wpływ ma sprzężenie zwrotne na dalszy przebieg wydarzeń?

2. Gdy masa uranu 235 osiągnie wartość krytyczną, rozpoczyna się proces lawinowego rozszczepienia jąder. Jaką tutaj rolę odgrywa sprzężenie zwrotne?

3. Co się dzieje, gdy pociągamy za uchwyt płuczki klozetowej?

4. Autobusy linii miejskiej jeżdżą w równych od siebie odstępach czasowych, np. co 5 min. Czas postoju na przystanku zależy od trzech czynników:
   — liczby pasażerów wysiadających,
   — liczby pasażerów wsiadających,
   — stopnia napełnienia autobusu.

Załóżmy, że jeden z autobusów pod wpływem zakłóceń przypadkowych opóźnił się w pewnym momencie. Co będzie się dalej działo?

5. Jednym z zasadniczych problemów krajów trzeciego świata jest problem wyżywienia. Biorąc pod uwagę dwa powiązane ze sobą czynniki: śmiertelność oraz średnią porcję żywności na osobę, mamy do czynienia z przykładem działania mechanizmu sprzężenia zwrotnego. Na czym ono polega?

6. Jaką rolę odgrywa sprzężenie zwrotne w doświadczeniu polegającym na przesuwaniu rdzenia umieszczonego wewnątrz cewki?

7. Jak wiadomo, obwód zawierający cewkę i kondensator zaczyna drgać pod wpływem najsłabszego nawet bodźca elektrycznego. Drgania te zostają szybko stłumione. Jak uzyskać drgania niegasnące?

8. W stawie znajdują się złote rybki i robaki. Rybki żywią się tylko robakami, a robaki nie mają innych wrogów prócz rybek. Załóżmy, że w pewnym momencie przeważają ilościowo złote rybki. Czy robaki mają jakieś szanse?

9. Umieszczona w najniżej położonym miejscu powierzchni wklęsłej kula jest modelem równowagi uzyskanej w wyniku działania sprzężenia zwrotnego. Jakiego, dodatniego czy ujemnego?

10. Jakie sprzężenie zwrotne reprezentuje model kuli umieszczonej na szczycie powierzchni wypukłej?

20. „CURRICULUM VITAE"

Zabawmy się teraz w rozszyfrowanie postaci autora życiorysu. Ponieważ chodzi nie o człowieka, ale o komputer, więc wszystkie liczby, jak na komputer przystało, wyrażone są w systemie dwójkowym. Tekst kryje 10 zagadek i należy je prawidłowo odczytać. Czytelnikom, którzy może nie zetknęli się z systemem dwójkowym, dopomoże zapewne następujący przykład. Liczba 1976 w systemie dziesiątkowym wyraża się wypisanym układem cyfr, gdyż:

$$1976 = 1000+900+70+6 = 1 \cdot 10^3+9 \cdot 10^2+7 \cdot 10^1+6 \cdot 10^0$$

W układzie dwójkowym liczba ta przyjmuje postać:

11110111000

gdyż:

$$1 \cdot 2^{10}+1 \cdot 2^9+1 \cdot 2^8+1 \cdot 2^7+0 \cdot 2^6+1 \cdot 2^5+1 \cdot 2^4+1 \cdot 2^3+ +0 \cdot 2^2+0 \cdot 2^1+0 \cdot 2^0 = = 1024+512+256+128+32+16+8 = 1976$$

A oto tekst:

Nazywam się ODRA-10100011001. Urodziłam się w 11110110100 roku we Wrocławiu. Zaliczana jestem do 11 pokolenia komputerów. Swoimi zaletami przewyższam moich poprzedników, choć muszę przyznać, że moi następcy przewyższają mnie pod paru względami. Moja pamięć operacyjna zawiera bądź 10000000000000000 komórek, bądź 100000000000000000 komórek, przy czym w każdej komórce może być zapisane jedno słowo 11000-bitowe. Mnożenie nie sprawia mi tyle kłopotów co poczciwej BESSIE, która potrzebowała aż 110 sekund na przemnożenie 10 liczb 10111-cyfrowych; ja robię to w ciągu 1100000 mikrosekund.

21. RYSOPIS

Rysopisem układu dynamicznego można nazwać pewną jego charakterystykę; przedstawia się ją w układzie współrzędnych, w którym oś odciętych oznacza czas. Na ów wykres nanosi się odpowiedź układu na pewne szczególne pobudzenie, liczbowo równe pewnej umownej jednostce (np. natężenia prądu), działające na układ w ciągu dostatecznie długiego okresu. Znajomość reakcji na taki wzorcowy bodziec często wystarcza do określenia reakcji układu na dowolny inny bodziec. Parafrazując znaną sentencję, możemy powiedzieć: powiedzcie mi, jak układ reaguje na bodziec jednostkowy, a powiem wam, co to za układ. Spróbujmy przyporządkować podanym układom ich rysopisy (zamieszczone na rysunkach). Dla jednoznaczności podajemy, co jest w danym układzie wielkością wejściową, a co wyjściową.

1. piecyk elektryczny: napięcie w sieci — wytwarzane ciepło

2. waga sprężynowa (dynamometr): ciężar ważonego ciała — pozycja wskazówki

3. samolot: kąt między sterem wysokościowym a osią samolotu — kąt między osią samolotu a kierunkiem poziomym

4. domowa instalacja elektryczna ze zwarciem: napięcie w sieci elektrycznej — natężenie płynącego prądu

5. czajnik na kuchence elektrycznej: napięcie w sieci — temperatura wody znajdującej się w czajniku

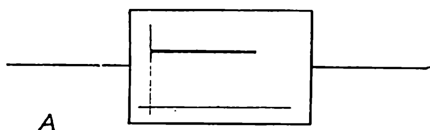
6. termometr lekarski: temperatura chorego — wskazanie termometru

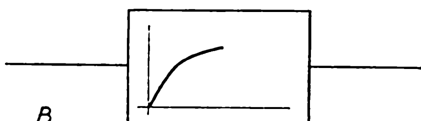
7. silnik elektryczny: napięcie zasilania twornika — kąt obrotu wału silnika

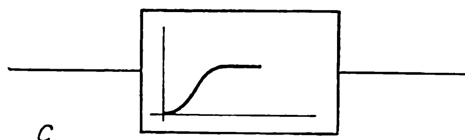
8. żarówka: napięcie w sieci — natężenie oświetlenia

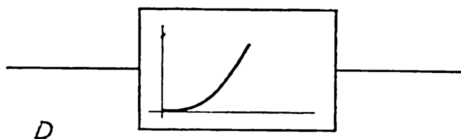
9. zawór membranowy: ciśnienie działające na przeponę — przesunięcie grzybka

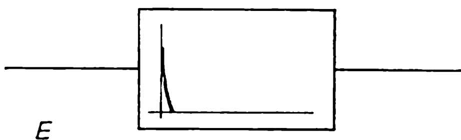
10. radioodbiornik lampowy: napięcie sieci — natężenie dźwięku

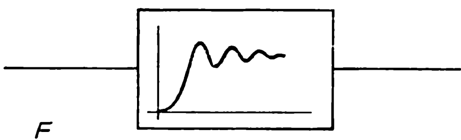


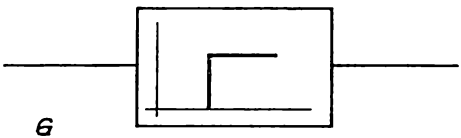



C


D


E

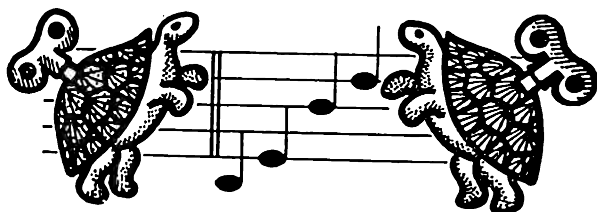

F


G

22. CYBERNETYCZNA MENAŻERIA, CZYLI ZABAWKI NIE TYLKO DLA DZIECI

Od dawna ludzkość stawiała sobie pytanie, czy można sztucznie stworzyć człowieka lub przynajmniej jakiś inny, „prostszy" organizm żywy. Przymierzali się do tego problemu różni szarlatani, przymierzali się także ludzie ogarnięci rzeczywistą pasją wydarcia jeszcze jednej tajemnicy naturze. Jakkolwiek pytanie pozostaje nadal bez odpowiedzi, to jednak próby modelowania przynajmniej niektórych zachowań żywych organizmów otworzyły przed nauką wiele nowych możliwości, a nawet dały zupełnie praktyczne korzyści, np. automat modelujący odruch warunkowy psa, który z wielkim powodzeniem zastąpił człowieka w kontroli jakości surowca w fabryce kauczuku w ZSRR. Wiele modeli nie znalazło tak praktycznych zastosowań, często były one po prostu bardzo pomysłowymi zabawkami. Przytaczamy dziesięć bardziej znanych. Jaką cechę zachowania żywego organizmu modelują?

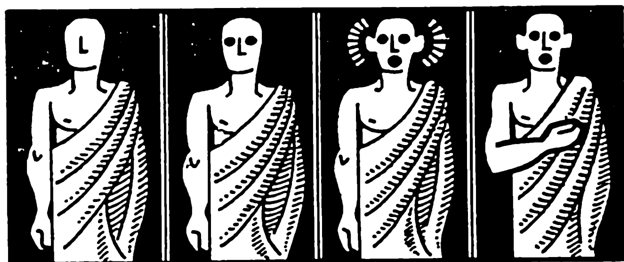
1. chiński ptak
2. nakręcany żuk
3. philidog
4. ćmo-pluskwa Wienera
5. żółwie Grey Waltera
6. „Miso" Ducrocqa
7. wiewiórka Bercleya
8. żółw Eichlera
9. mysz Shannona
10. pająk „Szama"



23. CO SIĘ ŁĄCZY Z TYM NAZWISKIEM?

Często w naszej świadomości — i chyba jest to naturalne — nazwiska ludzi wybitnych zrośnięte są z ich osiągnięciami. Pitagoras kojarzy się nam ze znanym z lekcji matematyki twierdzeniem Pitagorasa, Kopernik — z heliocentryczną koncepcją układu planetarnego itd. Można by przytaczać jeszcze wiele podobnych przykładów, wśród nich znalazłyby się także takie, które zawierają nazwiska cybernetyków bądź ludzi z cybernetyką związanych. Poniżej podajemy dziesięć nazwisk, z którymi..., a właśnie, co się nam kojarzy z tym nazwiskiem? W drugiej kolumnie podajemy możliwe odpowiedzi, ale uporządkowanie ich należy do Czytelnika.

1. Ashby	A. perceptron
2. Turing	B. kod
3. Condillac	C. serwomotor
4. Farcot	D. posąg
5. Boole	E. maszyna
6. Hamming	F. neuron
7. McCulloch	G. algebra
8. Pitts	H. zasada optymalności
9. Rosenblatt	I. homeostat
10. Bellman	



24. Z NOTATEK MARSJANINA

„...Zgodnie z planem ekspedycji i zaleceniami II Koordynatora wylądowałem w płaskim terenie w niewielkiej odległości od skupiska Ziemian. Po wykonaniu wszystkich czynności przewidzianych instrukcją Z wyszedłem na ląd i przystąpiłem do badań. Napotkane w trakcie eksploracji przedmioty wykazywały dość często osobliwe zachowanie. Wewnętrzny mechanizm ich funkcjonowania był dla mnie zupełnie niedostępny, więc swoje badania mogłem oprzeć tylko na metodzie „czarnej skrzynki". W tym celu próbowałem w jakiś sposób (w miarę najbezpieczniejszy dla mnie) oddziaływać na napotkany obiekt i obserwować jego reakcję. Oto, co zanotowałem:

Czas	Co robiłem	Jaka była reakcja	Uwagi
0001	Niedaleko miejsca lądowania coś leżało, pociągnąłem za najbardziej wystającą wypustkę	Rozległ się dźwięk „miauuuu!"	Chyba odtwarzacz dźwięków. Ich muzyka jest zupełnie podobna do naszej
0010	Nie opodal zauważyłem zbiorowisko wielu jednakowych przedmiotów, jednym z nich potrząsnąłem	Z góry spadło bardzo dużo małych, okrągłych, twardych przedmiotów	?

Czas	Co robiłem	Jaka była reakcja	Uwagi
0011	Włączyłem analizator składu chemicznego gleby	Wokół mnie rozszalały się wyładowania elektryczne dużej mocy, jednocześnie z góry lało się bez przerwy H_2O. Omal nie zginąłem!	Jak mogli mnie zaopatrzyć w przyrząd wywołujący tak groźne skutki? Przecież pierwsza ekspedycja też wykonywała takie badania!?
0100	Znalazłem opuszczone schronienie Ziemian i wszedłem do niego. Bardzo dużo przedmiotów, sporo będę miał pracy. W jednym z pomieszczeń potrąciłem jakiś przedmiot	Odbił się od ziemi na pewną wysokość, opadł, znów się odbił i tak 12 razy	Nie mogę pojąć, do czego to może służyć?
0101	Nacisnąłem jeden z przycisków dużej skrzynki	Jedna ze ścianek skrzynki rozjaśniła się i pojawił się obraz. Jednocześnie rozległy się dźwięki	Całkiem podobne do naszego odbiornika obrazów i dźwięków, ale kto zrozumie, o co chodzi tym Ziemianom

Czas	Co robiłem	Jaka była reakcja	Uwagi
0110	Nacisnąłem guzik umieszczony na jednej z przegród dzielących pomieszczenia	Pojawiło się dodatkowe źródło światła i odczułem minimalny wzrost temperatury	Jakiś system ogrzewania, ale mało sprawny i po co to dodatkowe źródło światła? Jakiś wskaźnik, że ogrzewanie pracuje?
0111	Przypadkowo nacisnąłem jakiś przedmiot	Rozległ się straszny warkot, jednocześnie przedmiot ten zaczął wsysać powietrze wraz z zawartymi w nim mikroorganizmami	Czyżbym zbudził jakieś zwierzę domowe Ziemian?
1000	Wszedłem do najmniejszego pomieszczenia w całym schronieniu i przekręciłem jakąś gałkę	Znowu z góry leci H_2O	Przeraziłem się śmiertelnie, myślałem, że znowu popełniłem jakiś błąd i zaczną się te straszne wyładowania elektryczne

Czas	Co robiłem	Jaka była reakcja	Uwagi
1001	Na półce leżał jakiś mały przedmiot. Ująłem go w przednie odnóża	Poczułem, że mi z nich wypada, spróbowałem jeszcze raz i znów to samo	Na żywe stworzenie nie wygląda, nie wiem, co to może być
1010	Pokonując lekki opór wcisnąłem do środka pręt wystający z jakiegoś przedmiotu	Przedmiot zaczął wirować dookoła własnej osi, mieniąc się różnymi kolorami i wydając przyjemne dźwięki	Złamałem § 3 instrukcji Z. Nie mogłem się opanować — musiałem to sobie wziąć na pamiątkę

Explorator III kategorii

Ag Ouxyz

Zapewne Czytelnik dostrzegł już źródło kłopotów Aga Ouxyza z interpretacją wyników swoich badań opartych na metodzie „czarnej skrzynki" — zbyt mało przeprowadził eksperymentów, które pozwoliłyby mu jednoznacznie zidentyfikować obiekt lub stworzyć jego przybliżony model. Ale nam, Ziemianom na pewno łatwiej będzie odpowiedzieć na pytanie, jakie przedmioty znalazły się w zasięgu badań Marsjanina?

25. JAK KAMELEON

Każdy z Czytelników słyszał zapewne o tym ciekawym zwierzęciu z gromady gadów, żyjącym w strefie klimatu zwrotnikowego. Znany jest kameleon głównie ze względu na charakterystyczną własność zmieniania koloru skóry w zależności od otoczenia, w którym się znajduje. Cecha ta wykształciła się w toku ewolucji dla obrony przed wrogami. Barwę skóry przystosowuje on do otoczenia, aby być mniej widocznym dla wroga. Kameleon jest przykładem przystosowywania się gatunku biologicznego do zmiennych warunków środowiska. Ale można także mówić o przystosowywaniu się pojedynczych osobników do zmieniającego się otoczenia, o przystosowywaniu się ludzi do zmian środowiska, producenta do wahań koniunktury na rynku, a nawet o możliwości przystosowywania się do otoczenia skonstruowanych przez człowieka automatów. Tak szeroko pojmowane pojęcie przystosowywania się nazywa się w cybernetyce adaptacją.

1. W jaki sposób oko człowieka przystosowuje się do zmiennych warunków oświetlenia

2. Jakie zmiany zachodzą w krwi człowieka po przeniesieniu się z nizin w góry?

3. Jakie okoliczności musi mieć na uwadze sprzedawca lodów przy zamawianiu towaru?

4. Jakie urządzenie adaptacyjne może zastąpić pilota-człowieka?

5. Dlaczego w czasie upału człowiek się poci?

6. Dlaczego po 1967 r. nastąpił gwałtowny rozwój światowej floty supertankowców?

7. Dlaczego ciągłe stosowanie środków nasennych

wymaga stopniowego zwiększania jednorazowej dawki?

8. Dlaczego lis pustynny (fenek) ma większe uszy niż lis polarny?

9. Czy dyrektor, który w odpowiedzi na zwiększenie planu produkcyjnego występuje o dodatkowe kredyty inwestycyjne, postępuje adaptacyjnie?

10. Czy dyrektor, który w odpowiedzi na zwiększenie planu produkcyjnego przeprowadza reorganizację produkcji, postępuje adaptacyjnie?

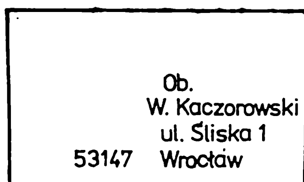


26. COŚ DLA WTAJEMNICZONYCH

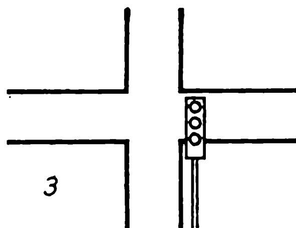
Przekazywanie informacji zawsze jest poprzedzone pewną specyficzną operacją — „wpisaniem" informacji na nośnik. Taka operacja zmusza nadawcę do pewnych dodatkowych czynności, np. „przelania" na papier listowy myśli, które chce przekazać komuś mieszkającemu w innej miejscowości. Czasem robi to za nas Natura. Odbiorca musi przy tym umieć odczytać z nośnika nadaną wiadomość, musi więc znać kod, którym posłużył się nadawca. Poniżej przedstawiliśmy próbki różnych kodów; zgadnijmy, jakich?

••/—•/•—•/

1

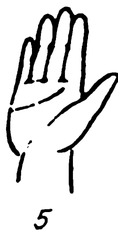


2





4



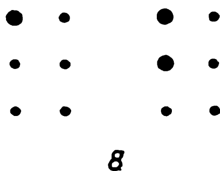
5



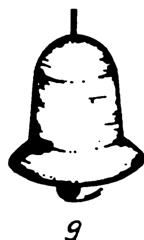
6.



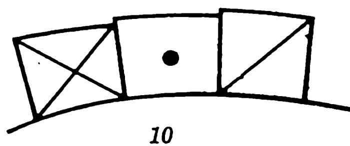
7.



8



9



10

27. DWUZNACZNE WYRAZY

Zdarza się często, że w nauce brakuje słów na określenie nowych pojęć, których język naturalny nie mógł przewidzieć. Możliwe są wtedy dwa rozwiązania: albo tworzenie nowych słów, albo, na zasadzie pewnych skojarzeń, przypisanie znanym słowom nowych znaczeń. Ten drugi wariant jest o tyle lepszy, że nie prowadzi do nadmiernego rozbudowania języka, ale wadą jego jest wieloznaczność słów. Podamy teraz kilka przykładów takich słów, ich znaczenia „cybernetyczne" i „niecybernetyczne". Czytelnika zadaniem będzie zgadnąć, co to za słowo.

1. Element pamięci maszyny matematycznej, przeznaczony do przechowywania jednego słowa (kilkadziesiąt bitów) — pomieszczenie służące do magazynowania węgla, drewna itp.

2. Pojęcie z zakresu topologii, graficznie przedstawione jako figura geometryczna złożona z punktów, zwanych wierzchołkami, i z linii, zwanych krawędziami, łączących niektóre z tych punktów; służy do zobrazowania np. powiązań między elementami układu — niemiecki odpowiednik hrabiego.

3. Sposób, w jaki układ przyporządkowuje sygnałom wejściowym sygnały wyjściowe — osoba przyuczona do obsługiwania określonego urządzenia, np. koparki, dźwigu itp.

4. Potoczna nazwa pamięci niektórych maszyn matematycznych (wirujący cylinder) — instrument perkusyjny.

5. Język adresów symbolicznych często stosowany przy programowaniu maszyn serii ODRA —

podstawa wszelkiej zorganizowanej działalności.

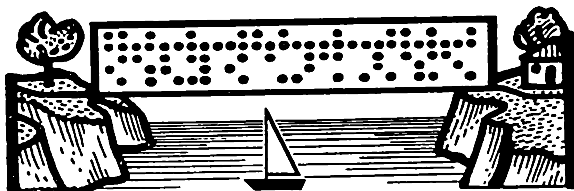
6. Reprezentacja pewnych elementów obiektu, zjawiska, umożliwiająca badanie obiektu (często przy wykorzystaniu maszyny matematycznej) — świadome wprowadzanie w błąd otoczenia, polegające na udawaniu objawów choroby w celu osiągnięcia korzyści osobistych.

7. Zespół środków pozwalających na przekazywanie informacji od źródła do obiektu ich przeznaczenia — sztuczny bieg wodny łączący dwie rzeki, jeziora, zbiorniki wodne.

8. W ten sposób określa się maszynę cyfrową, ponieważ dokonuje ona wszelkich obliczeń operując wielkościami nieciągłymi (liczbami) — osoba umiejąca dochować sekretu.

9. Autokod stosowany przy programowaniu na maszynie cyfrowej ODRA 1003 i 1013 — łączy przeciwległe brzegi rzeki.

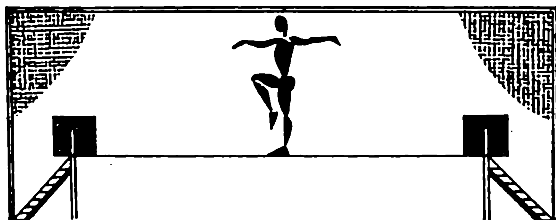
10. Rodzaj magnetycznego, manipulacyjnego nośnika pamięciowego o dostępie cyklicznym, wykorzystywany w pamięci zewnętrznej komputerów — przyrząd sportowy używany w lekkiej atletyce.



28. NAJWAŻNIEJSZE — UTRZYMAĆ RÓWNOWAGĘ

Wśród wielu mechanizmów regulacyjnych, jakie można zaobserwować w przyrodzie, a także w wielu urządzeniach technicznych, ważne miejsce zajmuje mechanizm stabilizacji polegający na utrzymywaniu pewnych parametrów układu na określonym poziomie, wbrew zmienności warunków zewnętrznych. Szczególną rolę odgrywa on w organizmach żywych, których główny cel — „utrzymanie się przy życiu" — jest niemożliwy do osiągnięcia bez odpowiednich zdolności powracania do stanu równowagi. Zastanówmy się, jakie parametry utrzymywane są w określonych granicach przez następujące mechanizmy stabilizujące:

1. urządzenie klimatyzacyjne
2. maska tlenowa alpinisty
3. żelazko z termostatem
4. samochodowe wycieraczki szyb
5. domowa lodówka
6. przednie światła samochodu
7. fototropizm roślinny
8. okulary przeciwsłoneczne
9. przyrząd do kierowania artyleryjskim ogniem przeciwlotniczym
10. cyrkowiec balansujący na podwieszonej linie



29. JAKA TO WIADOMOŚĆ?

Przed przystąpieniem do zabawy proponujemy wziąć do ręki kartkę papieru i zakryć nią tekst zawarty w dziesięciu wypisanych poniżej punktach. A teraz należy się wyjaśnienie. W kolejnych punktach podana jest ta sama wiadomość, ale z pewnymi zniekształceniami, jakie wniósł kanał informacyjny. W pierwszym przypadku jest takich „przekłamań" aż trzynaście. Spróbujmy jednak odszyfrować treść wiadomości. Możemy oczywiście poprosić o powtórzenie wiadomości, ale wtedy — podobnie jak w rozmowie międzymiastowej, gdy przedłuża się rozmowa — to nas kosztuje. Koszt rośnie wraz z liczbą powtórzeń, więc starajmy się jak najszybciej odczytać wiadomość, nie przesuwając kartki zbyt wiele razy i dopiero, gdy będziemy dostatecznie pewni, zajrzyjmy do odpowiedzi. Dla ułatwienia dodamy, że ostatnie, dziesiąte powtórzenie zawiera już tylko dwa błędy.

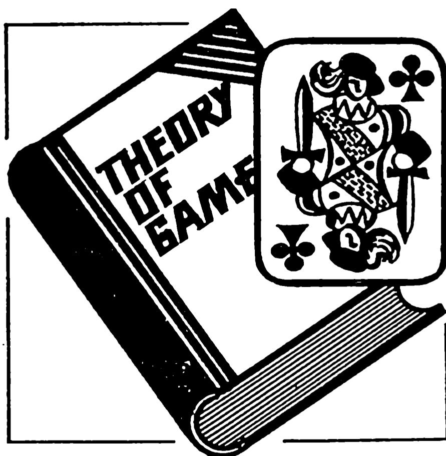
1. Boczany biegiące bszy lijciu wodzicz
2. Boczane biegiące bszy lijciu wodzicz
3. Boczane bieniące bszy lijciu wodzice
4. Boczane bieniące bszy lijcie wodzice
5. Boczane mieniące bszyślijcie wodzine
6. Bochane mieniący brzyślijcie wodzine
7. Bochane mieniący brzyślijcie rodzine
8. Bochane pieniądzy brzyślijcie rodzine
9. Kochane pieniądzy przyślijcie rodzine
10. Kochane pieniądze przyślijcie rodzina

30. KSIĄŻKI

Dziś trudno sobie wyobrazić rozwój nauki bez słowa drukowanego. Książka utrwala wyniki prac badaczy, książka może przekazać je szerokiej rzeszy zarówno profesjonalistów, jak i ludzi po prostu interesujących się nauką. Podane niżej książki na pewno zasługują na bliższe zapoznanie się z nimi, znane są zresztą przynajmniej z tytułów, więc nie powinno nam sprawić zbyt wiele kłopotów połączenie ich w pary z autorami.

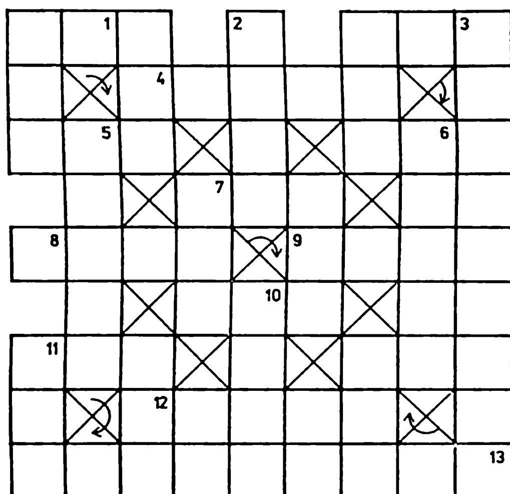
1. *Konstruowanie automatów* (I w. n. e.)
2. *Theory of Games and Economic Behaviour* (*Teoria gier i ekonomicznego zachowania*, 1943).
3. *Mathematical Biophysics* (*Biofizyka matematyczna*, 1948)
4. *Cybernetyka a społeczeństwo*, 1948
5. *Sztuczne myślenie. Wstęp do cybernetyki*, 1950
6. *Wstęp do cybernetyki*, 1956
7. *Cybernetyka a zarządzanie*, 1959
8. *Całość i rozwój w świetle cybernetyki*, 1962
9. *Mózg, maszyna, matematyka*, 1965
10. *Cybernetyka niematematyczna*, 1969

A. Henryk Greniewski
B. Stafford Beer
C. John von Neumann i Oskar Morgenstern
D. William Ross Ashby
E. Nicolas Rashevsky
F. Norbert Wiener
G. Oskar Lange
H. Michael Arbib
I. Pierre de Latil
J. Heron



31. TROCHĘ RELAKSU

Najwyższa już pora na chwilę relaksu. Istnieje w literaturze szaradziarskiej szereg łamigłówek tematycznych, są np. krzyżówki geograficzne, literackie, zoologiczne itp., nie pojawił się jednak jeszcze temat nas interesujący — cybernetyka. Chcielibyśmy przynajmniej w małym ułamku wypełnić tę lukę; może odkryjemy nowy temat dla szaradzistów? Czytelnikowi pozostawiamy szerokie pole do popisu, sami proponujemy cybernetyczną wirokrzyżówkę.



Znaczenie wyrazów:

1. może być wody, ale także informacji
2. starożytne liczydło
3. zastąpi tysiące rachmistrzów
4. czy w przyszłości się nie zbuntuje — zastanawiają się filozofowie
5. zastępuje oryginał
6. graficzne przedstawienie sprzężenia zwrotnego
7. czarna...
8. pierwsza była 1003
9. maksymalna liczba komputerów na minimalnej powierzchni
10. element logiczny (negacja koniunkcji) znajdujący się w każdym współczesnym komputerze
11. hasała w nim mysz Shannona
12. elementarny sygnał binarny (skrót od ang. *binary digit*)
13. żargonowe określenie oprogramowania komputera (neologizm angielski, który można by tłumaczyć jako „wyroby miękkie")

32. ZAJRZYJMY DO ŚRODKA

Zajrzyjmy do środka cybernetyki. Każda dziedzina nauki ma swoje wąsko wyspecjalizowane działy. W matematyce są nimi np. arytmetyka, algebra, analiza funkcjonalna itd., w biologii np. zoologia, botanika... A jakie działy cybernetyki zajmują się (między innymi):

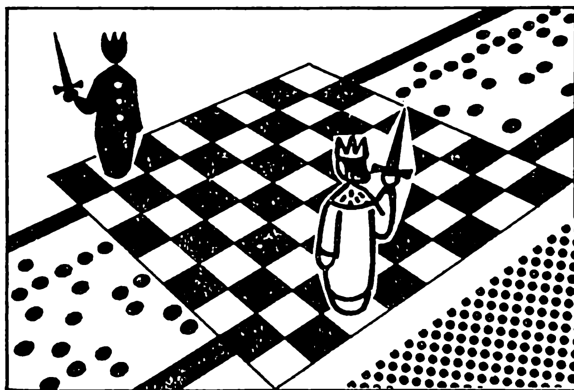
1. teorią i zasadami praktycznej realizacji układów sterowania urządzeniami technicznymi przy założeniu (pełnej lub częściowej) eliminacji udziału człowieka
2. modelowaniem różnorodnych procesów zachodzących w sytuacjach konfliktowych (takich jak np. wyścig zbrojeń, walka klas, gra towarzyska) w celu poszukiwania strategii optymalnych
3. badaniem wszelkich aspektów procesów informacyjnych, w tym oceną ilości, jakości, ważności, wartości informacji, sposobami optymalnego transformowania informacji dla celów komunikacji itp.
4. konstruowaniem, analizą i rozwiązywaniem modeli optymalizacyjnych stanowiących matematyczny opis problemu decyzyjnego, który należy zoptymalizować
5. przekazywaniem na odległość bodźców sterujących za pomocą odpowiednich urządzeń technicznych
6. poszukiwaniem metod klasyfikacji, umożliwiających określenie, czy dany układ należy do pewnej klasy lub typu
7. badaniem wyidealizowanych układów, na wejściach których pobierana jest informacja pod-

legająca dalszej transformacji, na wyjściach zaś wydzielana jest informacja już przetransformowana

8. budową środków technicznych do przetwarzania informacji i całokształtem zagadnień związanych z ich zastosowaniami

9. takimi pojęciami, jak system, podsystem, struktura, otoczenie, model itp., przy czym w swych rozważaniach o systemie (inaczej układzie) uwzględnia uniwersalność tego pojęcia, jego dynamiczny charakter, przydatność do określania struktury złożonych obiektów, analizy ich funkcjonowania itd.

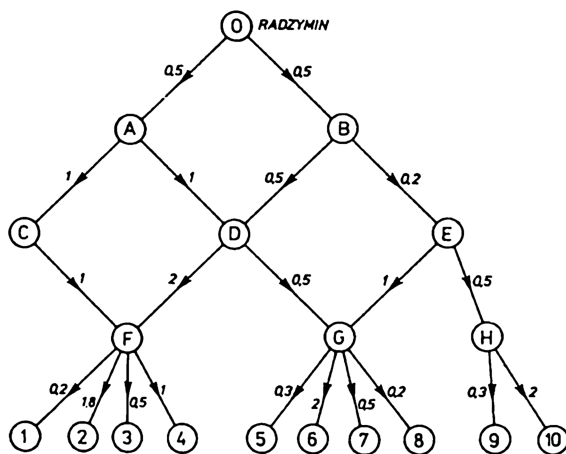
10. zjawiskami związanymi z nieprawidłowym działaniem lub uszkodzeniem układu oraz metodami opisu tych zjawisk



33. TRUSKAWKOWYM TRAKTEM

Przedstawiony niżej rysunek obrazuje sieć wszystkich możliwych dróg, jakimi możemy przewieźć tonę truskawek, powiedzmy z Radzymina do któregokolwiek z zaznaczonych cyframi miast. Pozostałe liczby widniejące na tej siatce oznaczają koszt przejazdu (w tys. zł) na określonym odcinku drogi (koszt może wynikać z zużycia paliwa, amortyzacji pojazdu). Jaką najlepiej obrać trasę i do którego miasta, jeśli w każdym z nich można uzyskać następujące ceny:

1. Myślibórz — 10 tys. zł
2. Stargard Szczeciński — 9 tys. zł
3. Piła — 12 tys. zł
4. Bytów — 11 tys. zł
5. Oleśnica — 9 tys. zł
6. Brzeg — 11 tys. zł
7. Radomsko — 10 tys. zł
8. Pińczów — 8 tys. zł
9. Augustów — 9 tys. zł
10. Ełk — 11 tys. zł



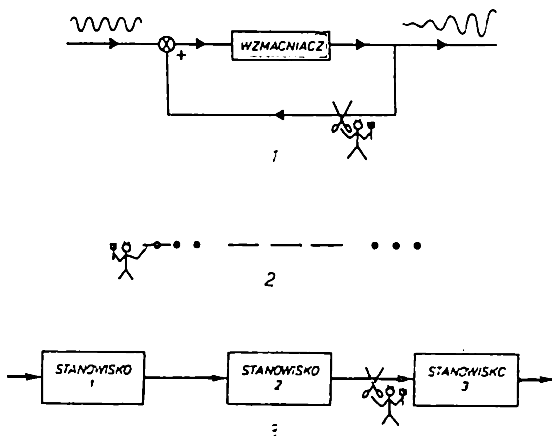
34. DOBRA CZY ZŁA?

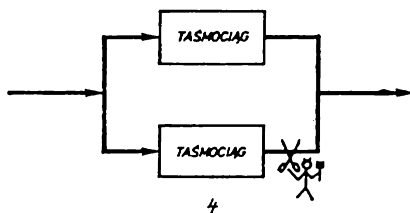
Przyzwyczailiśmy się do potocznego, mało precyzyjnego pojęcia organizacji. Mówi się np. że gdzieś brak jest organizacji, podczas gdy właściwie ona istnieje, tyle że — powiedzmy to tak — jest zła. Organizacja jest tym, co zespala wiele elementów (układów) w jedną całość. Można więc utożsamiać ją z istnieniem powiązań (sprzężeń) między elementami. Organizacja jednak organizacji nierówna. Biolog badający gatunki zwierząt, które przeszły długotrwały proces doboru naturalnego, jest przyzwyczajony do organizacji dobrej. Inżynier zaś, połączywszy kilka przyrządów elektronicznych w jedną całość, widzi, że w wytworzonym układzie istnieją różnego rodzaju procesy pasożytnicze, które należy wyeliminować. Może on więc tylko dążyć do osiągnięcia organizacji dobrej. Zatem, dobra czy zła organizacja (a może jej brak) charakteryzuje:

1. zbiór komórek nerwowych embrionu
2. mózg niemowlęcia
3. mózg dorosłego człowieka
4. stos przydrożnych kamieni
5. szwajcarski zegarek
6. komputer
7. ludzi w tramwaju
8. stado pawianów
9. nowo sformowaną brygadę
10. maszyny stojące w magazynie

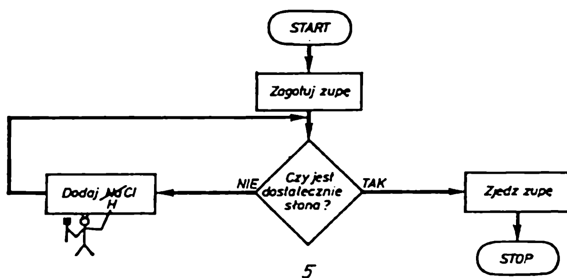
35. SZATAŃSKIE FIGLE

Często zdarza się, że rzecz, której szukamy, a która powinna znajdować się na półce, leży zupełnie gdzie indziej. Telewizor psuje się akurat wtedy, kiedy jest program, który koniecznie chcielibyśmy zobaczyć. Mówimy wtedy: złośliwość rzeczy martwych i skłonni jesteśmy podejrzewać istnienie jakiegoś „diabełka" (zecerzy stworzyli sobie nawet chochlika drukarskiego). Sprawdźmy, jaki skutek mogłyby wywołać figle takiego „diabełka" w niektórych przypadkach.

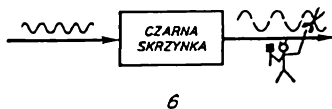




4



5



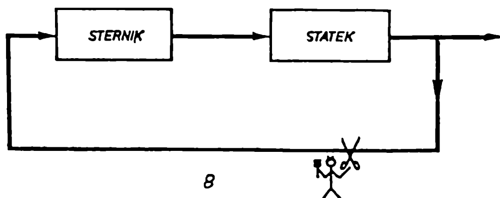
6

1 0 1 0 1 0 1 0 0

0 1 1 1 0 1 1 0 1

1 1 1 0 0 1 1 1 0

7

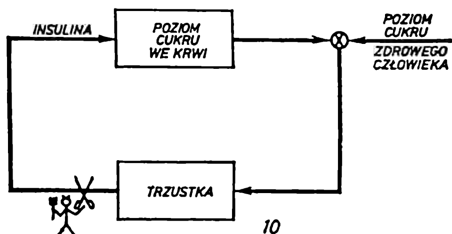


8

KWAS NUKLEINOWY

UUC-UGA-GAU-UUU-CAU-UAU

9

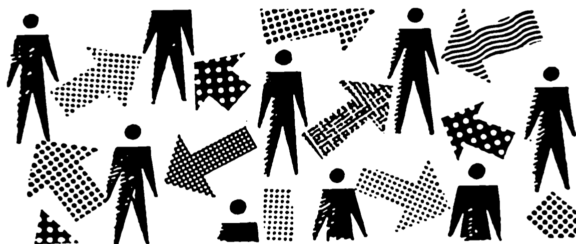


10

36. W JEDNOŚCI SIŁA

Zgromadzone poniżej przykłady mają ze sobą coś wspólnego. Ale co? Zastanówmy się przez chwilę i postarajmy się odpowiedzieć. Jaką wspólną nazwą określa się tego typu układy?

1. żywa komórka
2. przedsiębiorstwo
3. organizm zwierzęcy
4. partia szachów
5. środowisko naturalne człowieka
6. proces rozwoju (np. historycznego, biologicznego itp.)
7. grupa społeczna
8. wszechświat
9. komunikacja w wielkim mieście
10. mózg ludzki



37. ZE SŁOWNIKA CYBERNETYKA

Hasła, które tutaj występują, są być może znane Czytelnikowi, ale w nieco innej wersji. W podanych niżej określeniach nie wychodzimy jednak poza język naukowy, ściślej — poza terminologię przyjętą w cybernetyce. Niektóre z nich mogą brzmieć bardzo abstrakcyjnie, ale się tym nie zrażajmy, słowa są znane wszystkim, więc po namyśle na pewno odgadniemy, co to takiego:

1. zbiór różnych elementarnych symboli, z których każdemu nadano określone znaczenie
2. obiekt działający w pełnym cyklu swej pracy bez bezpośredniego udziału człowieka, zgodnie z założonym algorytmem funkcjonowania
3. układ sterowany przez co najmniej dwa układy posiadające niezgodne cele
4. określony i zorganizowany system znaków służący do przekazywania informacji między człowiekiem a człowiekiem, zwierzęciem a zwierzęciem, człowiekiem a zwierzęciem, zwierzęciem a człowiekiem, człowiekiem a maszyną, zwierzęciem a maszyną, maszyną a maszyną
5. zbiorowe działanie co najmniej dwóch układów, gdy jeden z nich drugiemu przeszkadza lub pomaga
6. układ, którego zadaniem jest imitowanie wyróżnionych cech innego układu
7. przechowalnik informacji stanowiący układ, który potrafi zapisywać, pamiętać informacje oraz przypominać je sobie

8. wszelkie działanie na wyjściu układu, tzn. oddziaływanie układu na otoczenie, bądź na jego własny stan, determinowane przez stany aktualne i zapamiętane oraz przez specyfikę danego układu

9. automatyczna reakcja kierunkowa istoty żywej lub urządzenia technicznego wywołana działaniem bodźca zewnętrznego

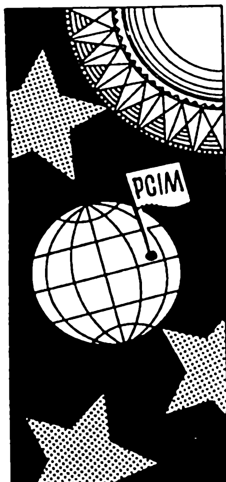
10. wszelkie niepożądane i destrukcyjne oddziaływanie na układ, powodujące najczęściej zmianę stanu tego układu w kierunku osiągania stanów odległych od stanu równowagi lub celu działania



38. ATOM, NIE ATOM

Kiedyś uważano, że atom jest cząstką niepodzielną. Potem przyszli fizycy — „niedowiarkowie" i pokazali, że można go podzielić, więcej, że ma bardzo skomplikowaną strukturę wewnętrzną. Mimo to używa się jeszcze dzisiaj tego innego pojęcia „atomu" — jako czegoś niepodzielnego. Każdy system ma swoje „atomy", czyli takie elementy, których struktura wewnętrzna nie wywiera żadnego albo tylko minimalny wpływ na zachowanie systemu, a przynajmniej nie trzeba jej uwzględniać przy badaniu zachowania systemu jako „organicznej" całości. Spróbujmy się ich dopatrzyć w podanych przykładach.

1. układ słoneczny
2. geografia polityczna
3. armia
4. szkoła
5. sieć telefoniczna
6. organizm ludzki
7. zegarek ręczny
8. układ nerwowy człowieka
9. gaz szlachetny w zamkniętym naczyniu
10. atom pierwiastka chemicznego



39. SZUKAJCIE A ZNAJDZIECIE

Szukać mamy okularów, które zapodziały się w którymś z czterech pomieszczeń — w pokoju rodziców, w pokoju babci, w pokoju syna lub w jadalni. Okulary babci nieraz już ginęły i — jak zdążył obliczyć syn — zawsze w pięciu przypadkach na dziesięć okazywało się, że znajdują się w pokoju babci, w trzech na dziesięć, że w jadalni, w jednym przypadku na dziesięć, że w pokoju rodziców, i podobnie — że w jego pokoju. Sprytny chłopiec zdążył też obliczyć, że najrzadziej znajduje okulary właśnie babcia (w dwóch przypadkach na dziesięć), potem mama (w pięciu na dziesięć), tata (w siedmiu na dziesięć), a jemu udaje się to najczęściej (w ośmiu przypadkach na dziesięć). Dzięki temu wie już, kto powinien przeszukiwać który pokój, aby prawdopodobieństwo odnalezienia zguby było największe. A my, który wariant wybierzemy?

	Jadalnia	Pokój rodziców	Pokój babci	Pokój syna
1.	Syn	Babcia	Tata	Mama
2.	Tata	Babcia	Syn	Mama
3.	Babcia	Mama	Syn	Tata
4.	Tata	Mama	Babcia	Syn
5.	Syn	Mama	Babcia	Tata
6.	Mama	Tata	Syn	Babcia
7.	Babcia	Tata	Syn	Mama
8.	Mama	Syn	Babcia	Tata
9.	Babcia	Syn	Mama	Tata
10.	Tata	Syn	Mama	Babcia

40. W KRAINIE PRZYSZŁOŚCI

Poznanie przyszłości obok marzenia o nieśmiertelności jest jednym z najstarszych marzeń ludzkości. Kiedyś zaglądanie w przyszłość było domeną astrologów i raczej trudno było je w takiej formie zakwalifikować do naukowych czy choć racjonalnych metod poznania. Dzisiaj futurologia czy, jak mówią niektórzy, prognostyka jest jedną z najmłodszych dziedzin ludzkiego poznania, opierającą się na racjonalnych przesłankach, przede wszystkim na dokładnych badaniach przeszłości i teraźniejszości. Proponujemy teraz Czytelnikom zabawę w futurologię. Swoją wizję przyszłości można porównać z prognozami, które przytaczamy za profesjonalistami. A więc, jak sobie wyobrażamy w świetle dotychczasowych osiągnięć cybernetyki przyszłe (lub przyszłą):

1. roboty
2. urządzenie centralnej rejestracji danych
3. tłumaczenie z języków obcych
4. telekomunikację
5. sterowanie rozwojem
6. projektowanie
7. podejmowanie decyzji
8. automatykę w kosmosie
9. banki informacji
10. komunikację



41. W KRAINIE FANTASTYKI

Literatura jest podobno zwierciadłem, w którym znajdują odbicie wszystkie problemy człowieka, te duże i te małe. Literatura fantastyczno-naukowa jest zwierciadłem osobliwym — w nim przecież znajduje swoje odbicie najbardziej subtelna sfera ludzkiego intelektu — marzenia. Szczególny rozwój cybernetyki i nadzieje, jakie się często z nią wiąże, musiały także znaleźć w niej swoje odbicie. Spróbujmy więc odpowiedzieć na pytanie, jakie to opowiadanie i jaką ideę z zakresu cybernetyki zawiera.

1. W czasie konfliktu zbrojnego między ludzkością a inną cywilizacją jeden z ziemskich pilotów i jeden z Innych zostali przeniesieni przez przedstawiciela jakiejś supercywilizacji na maleńką planetoidę, gdzie stworzone zostały specyficzne warunki, jednakowo obce obu przeciwnikom. Przedzieleni są przezroczystą przegrodą, przepuszczającą materię nieożywioną i nieprzepuszczalną dla ludzi. Wynik pojedynku między nimi ma zadecydować o wygranej lub klęsce ludzkości. „Nasz" przedstawiciel znajduje jednak po wielu próbach, często nieudanych, sposób na przejście niewidzialnej przegrody i pokonanie przeciwnika.

2. Po wypadku samochodowym bohaterowi „podłączono" w postaci Kuli układ, który przejął wszystkie funkcje organizmu — oddychanie, odżywianie itd. Ponadto „zaopatrzony" został w zmysł magnetyczny (zmysł odczuwania pola magnetycznego), a skóra powleczona została nieprzenikalną, niezniszczalną błoną. Przeznaczeniem jego miało być badanie lodowców Antarktydy, jednakże pozostała świadomość buntuje się wobec takiego „odczłowieczenia".

3. Kosmogator statku kosmicznego lecącego do układu Regulus po witalizacji dowiaduje się od pokładowego komputera, że w wyniku uszkodzenia urządzeń statek nie może wylądować ani powrócić na Ziemię. Jedyną szansą jest opuszczenie statku w małej rakiecie zwiadowczej. Po wystartowaniu kosmogator słyszy dźwięk, o którym komputer mówi, że gdyby mógł się śmiać, byłby to jego śmiech. Kosmogator został oszukany przez komputer.

4. W owych czasach przestępcy odbywają oryginalną karę — ich wydzielony mózg steruje pracą urządzeń technicznych, np. statku kosmicznego czy koparki, a ciało w tym czasie przebywa na zaciemnionej stronie Merkurego.

5. Odrzucony wielbiciel zamawia w specjalnym zakładzie lalkę naturalnej wielkości, która jest znakomitą kopią ukochanej — obdarzona jest psychiką, a przy tym wprost uwielbia posiadacza.

6. Bohater zwiedza laboratorium profesora Corcorana, zdziwaczałego starego cybernetyka. Stojące u niego w piwnicy tajemnicze skrzynki stanowią cały sztucznie generowany świat. Okazuje się, że można wytłumaczyć wiele zjawisk z naszego świata, korzystając z analogii z tym wymodelowanym. Budzi to niewesołą refleksję, że może my również zostaliśmy tylko przez kogoś wymodelowani.

7. Pewien wynalazca dzięki machinie pozwalającej obserwować przyszłość dostrzega plan jakiegoś urządzenia niewiadomego przeznaczenia. Buduje to urządzenie. Okazuje się, że jest to maszyna, która konstruuje wyspecjalizowane urządzenia, dostarczające materiału na budowę nie tylko tych urządzeń, ale również kopii macierzystej maszyny.

8. Dwieście pięćdziesiąt milionów ludzi na całym świecie zostało pewnej nocy obudzonych dzwonkiem telefonu. W słuchawce panowała cisza. Na drugi dzień zaczęły się dziać dziwne rzeczy, ludzie zaczęli dostawać zawiadomienia z banków o wielkich kredytach itd. Zarówno siecią telefoniczną, jak i stanem kont w bankach zawiadywały komputery. Po pewnym czasie zaczyna zanikać łączność satelitarna, urządzenia automatyczne przestają funkcjonować. Okazuje się, że w wyniku takich komplikacji sieć komputerowa uzyskała ludzką cechę — świadomość.

9. Na straży życia ludzkiego stoją sztuczne ptaki. Ich zadaniem było przeciwdziałać próbom morderstwa. Ponieważ nie było ścisłej definicji morderstwa, więc ptaki same dochodziły do niej na podstawie zebranych informacji o przypadkach szczególnych. Okazało się jednak, że ptaki zbyt uogólniły pojęcie morderstwa, przenosząc je na takie czynności, jak wyłączenie silnika samochodu.

10. To krótkie opowiadanie zawarte jest w siedmiu scenkach. Różni ludzie co pewien czas zadają coraz bardziej skomplikowanym komputerom pytanie: „co będzie można zrobić, kiedy energia Słońca się wyczerpie?" i niezmiennie otrzymują odpowiedź: „Dane niewystarczające do udzielenia odpowiedzi". W końcu u zmierzchu ludzkości komputer wie, co należy zrobić, nie ma już jednak żadnego człowieka. Ów superkomputer ogarnął swą świadomością cały Kosmos i wypowiada słowa: „Niech się stanie światło", tworząc nowy Wszechświat.

42. RNS

Tytuł wygląda trochę jak znak kabalistyczny, ale zaraz się domyślimy, o co chodzi. Rozszyfrujmy Następujące Skróty:

1. MIT
2. EMC
3. WOGSC
4. IFAC
5. ALGOL
6. ELWRO
7. ETO
8. IBM
9. PERT
10. PTC



43. POMÓŻMY RACHMISTRZOM

Pięciu nieomylnych rachmistrzów stanęło przed „trudnym" zadaniem. Mają oni rozwiązać układ pięciu równań z pięcioma niewiadomymi, ale każdy z nich może zająć się rozwiązywaniem tylko jednego równania. Spróbujmy im pomóc, proponując taką organizację pracy (tzn., co który rachmistrz i w jakiej kolejności ma wykonywać), aby rozwiązany został przez nich następujący układ równań (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 — niewiadome):

1. $a_{11}x_1 = b_1$

   $a_{22}x_2 = b_2$

   $a_{33}x_3 = b_3$

   $a_{44}x_4 = b_4$

   $a_{55}x_5 = b_5$

2. $a_{11}x_1 = b_1$

   $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2$

   $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3$

   $a_{44}x_4 = b_4$

   $a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$

3. $a_{11}x_1 = b_1$

   $a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2$

   $a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3$

   $a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4$

   $a_{51}x_1 + a_{52}x_2 + a_{53}x_3 + a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$

4. $a_{11}x_1 = b_1$

$a_{22}x_2 = b_2$

$a_{33}x_3 = b_3$

$a_{44}x_4 = b_4$

$a_{51}x_1 + a_{52}x_2 + a_{53}x_3 + a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$

5. $a_{11}x_1 = b_1$

$a_{22}x_2 = b_2$

$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3$

$a_{44}x_4 = b_4$

$a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$

6. $a_{11}x_1 = b_1$

$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2$

$a_{33}x_3 = b_3$

$a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4$

$a_{51}x_1 + a_{52}x_2 + a_{53}x_3 + a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$

7. $a_{11}x_1 = b_1$

$a_{22}x_2 = b_2$

$a_{31}x_1 + a_{33}x_3 = b_3$

$a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4$

$a_{51}x_1 + a_{52}x_2 + a_{53}x_3 + a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$

8. $a_{11}x_1 = b_1$

$a_{22}x_2 = b_2$

$a_{33}x_3 = b_3$

$a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4$

$a_{51}x_1 + a_{52}x_2 + a_{53}x_3 + a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$

9. $a_{11}x_1 = b_1$

$a_{22}x_2 = b_2$

$a_{33}x_3 = b_3$

$a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{44}x_4 + a_{45}x_5 = b_4$

$a_{53}x_3 + a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$

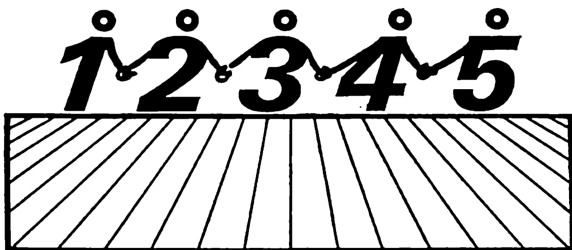
10. $a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1$

$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2$

$a_{31}x_1 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 = b_3$

$a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4$

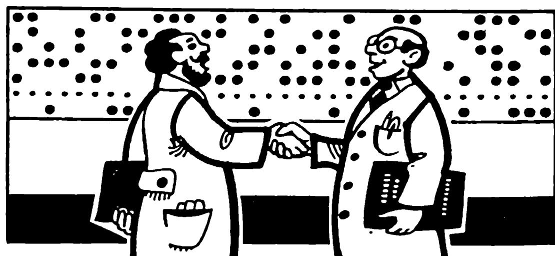
$a_{51}x_1 + a_{52}x_2 + a_{53}x_3 + a_{54}x_4 + a_{55}x_5 = b_5$



44. JAK POMAGA?

Oprócz cybernetyki ogólnej, której główne zadanie ma charakter poznawczy i polega na formułowaniu praw opisujących wszelkie procesy zachodzące w układach technicznych, biologicznych i społecznych, istnieje szereg gałęzi cybernetyki, które zajmują się zastosowaniem jej osiągnięć w innych dziedzinach wiedzy i w życiu. Dzięki temu osiągnięto poważne sukcesy np. w technice i medycynie; w innych dziedzinach cybernetyka dopiero powoli zdobywa sobie „prawo obywatelstwa". Zastanówmy się, w jaki sposób cybernetyka pomaga:

1. lekarzowi
2. lingwiście
3. inżynierowi
4. nauczycielowi
5. biologowi
6. socjologowi
7. psychologowi
8. ekonomiście
9. wojskowemu
10. szaremu człowiekowi?



45. WIELKA KARIERA MASZYN MATEMATYCZNYCH

Wielka kariera maszyn matematycznych rozpoczęła się w latach II wojny światowej, głównie w wyniku zapotrzebowania wojska na urządzenie, które poradziłoby sobie z wielką ilością obliczeń w realnym czasie. Powstała wtedy pierwsza maszyna matematyczna (elektroniczna) „MARK-I" — popularnie zwana „BESSIE" — pracująca przede wszystkim dla artylerii armii USA. „BESSIE" ważyła 40 t, a na przemnożenie dwóch liczb 23-cyfrowych potrzebowała 6 s — dzisiaj taki wynik dyskwalifikowałby ją. Od tego czasu maszyny matematyczne niezwykle się rozwinęły, zarówno w zakresie technologii, jak i zasad organizacji wewnętrznej. Powstało wiele różnych typów maszyn matematycznych, a nawet całe rodziny. Nie ma jednoznacznego kryterium podziału tych maszyn. Jedne biorą pod uwagę istotę działania, inne technologię, jeszcze inne — organizację wewnętrzną. Poniżej wyodrębniono, na podstawie różnych kryteriów, pewne typy maszyn. Czym charakteryzują się:

1. maszyny analogowe
2. maszyny cyfrowe
3. maszyny cyfrowe pierwszej generacji technologicznej
4. maszyny cyfrowe drugiej generacji technologicznej
5. maszyny cyfrowe trzeciej generacji technologicznej
6. maszyny cyfrowe czwartej generacji technologicznej
7. maszyny cyfrowe pierwszej generacji organizacyjnej
8. maszyny cyfrowe drugiej generacji organizacyjnej
9. maszyny cyfrowe trzeciej generacji organizacyjnej
10. maszyny cyfrowe czwartej generacji organizacyjnej

46. RUSZ GŁOWĄ!

Zbliżamy się do końca naszej książki. W tej grupie zebrane zostały pytania wymagające, oprócz posiadania pewnych wiadomości, również chwili zastanowienia.

1. Czy istnieje układ mający tylko jedno wejście i żadnego wyjścia?

2. Jaką ilość informacji dostarcza nam wiadomość znana wcześniej?

3. Podstawą systemu cyfrowego, w którym pracują nowoczesne komputery, jest 2. Dlaczego?

4. Jak wytłumaczyć odpowiedź komputera, że najlepszym lekarstwem na pewną chorobę jest trucizna (w dużej dawce)?

5. Czy możliwe jest zbudowanie układu działającego niezawodnie, gdy dysponuje się tylko zawodnymi elementami?

6. W jaki sposób rozbitek wysyłający wiadomość w butelce powinien zabezpieczyć się przed niemożnością odczytania tekstu np. wskutek zamoknięcia?

7. Każdy proces spalania to wynik działania sprzężenia zwrotnego dodatniego, przebiegającego lawinowo. Dlaczego świeca spala się równomiernie i spokojnie?

8. Czy bałagan w przedsiębiorstwie oznacza brak organizacji?

9. Czy możliwy jest język, w którym istniałyby tylko słowa czteroliterowe i każda dowolna kombinacja 4 liter miałaby sens?

10. Czy zwolnieniu robotników jednej z fabryk francuskich był winien komputer, który wydał takie dyspozycje?



47. CO TO JEST SŁOŃ?

Jest taka opowieść hinduska o trzech ślepcach, którzy chcieli się dowiedzieć, jak wygląda słoń. Jeden z nich dotknął trąby i stwierdził, że słoń jest podobny do węża, drugi — nogi i uznał że słoń jest jak pień drzewa, trzeci zaś — grzbietu i doszedł do wniosku że słoń jest ogromny jak góra. Ponieważ nie mogli dojść do zgody, rzecz cała zakończyła się kłótnią i bójką. Nie mogli się pogodzić, gdyż na podstawie wycinkowych informacji usiłowali zaliczyć słonia do jednej ze znanych sobie klas przedmiotów. Idea tej przypowieści oddaje dobrze pewne trudności, jakie powstają przy konstruowaniu urządzeń technicznych do rozpoznawania obrazów, przedmiotów, głosu itd., a jakich, dodajmy, człowiek jako układ rozpoznający nie ma — rozpoznanie jest elementarną operacją dokonywaną przez świadomość ludzką automatycznie i najczęściej zupełnie bezbłędnie. Odpowiedzmy więc na następujące pytania:

1. Dlaczego zdarzają się zatrucia grzybami?

2. Dlaczego niektóre zamki można otwierać także wytrychem?

3. Dlaczego ptasi rodzice chętniej karmią podrzucone pisklę kukułcze niż własne?

4. W jaki sposób w linotypie rozdzielane są matryce po odlaniu wiersza?

5. W jaki sposób można udostępnić niewidomym drukowane książki?

6. Czy możliwa jest automatyczna diagnostyka chorób sercowych?

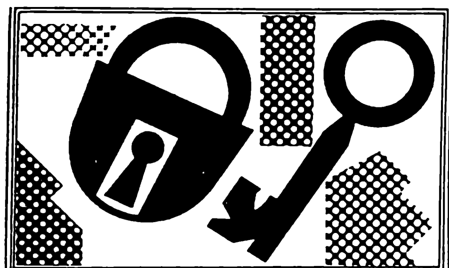
---

7. W jaki sposób komputer potrafi rozpoznawać tekst wypisany na maszynie?

8. Czy możliwe jest sterowanie komputerem za pomocą głosu?

9. W jaki sposób możliwe jest rozpoznawanie i klasyfikowanie przez urządzenie obiektów, których cech nie można ściśle opisać (np. różnych pism ręcznych)?

10. W jaki sposób rozpoznaje obiekty maszyna samoucząca się?



48. „KURIER CYBERNETYCZNY" DONOSI...

Każda nowo powstająca dziedzina nauki ma swój okres euforii, kiedy wydaje się, że to właśnie dzięki niej pokonane zostaną przeszkody dotychczas nieprzebyte. Z cybernetyką wiązano i wiąże się także dziś duże nadzieje. Ale możliwości cybernetyki, podobnie jak możliwości każdej innej nauki, nie są nieograniczone. W przyrodzie istnieją bariery, które mogą być pokonane tylko w literaturze *science fiction.* Z drugiej strony, nie można nie doceniać realnych możliwości cybernetyki. Istnieje wiele problemów, które jeżeli nie teraz, to w przyszłości będzie można rozwiązać dzięki osiągnięciom cybernetyki. Spróbujmy teraz spośród różnych wiadomości „Kuriera Cybernetycznego" wyłowić te, które noszą piętno realizmu. Niektóre z nich były zapewne drukowane 1 kwietnia. Ale które? Odpowiedź należy do Czytelnika.

1. Bangkok. Słynna maszyna matematyczna VANA-603 została szczęśliwą matką bliźniąt. Zarówno matka, jak i potomstwo czują się dobrze.

2. Okazja! Firma ICB oferuje po obniżonej cenie komputery dodające 10^{30} liczb na sekundę. Tylko do 30 czerwca.

3. Ze sportu. Mistrz świata w szachach LATT 303 doznał niespodziewanej porażki z IVAC-iem IV w stosunku 9 : 11.

4. Ogłoszenie. Swoje marzenia o podróży w czasie możesz urzeczywistnić wsiadając do TIWEH-a firmy LAMAC.

5. Reuter. Słynny konstruktor MULTIVAC-3501, zatrudniony w koncernie ICB, skonstruował

MULTIVAC-a 3601, który zdolny będzie do skonstruowania jeszcze bardziej złożonego MULTIVAC-a 4000.

6. SENSACJA! Wynik doświadczenia z szympansicą Cziki-Cziki okazał się rewelacyjny. Cziki-Cziki napisała na maszynie do pisania bajkę o Czerwonym Kapturku.

7. Na III Biennale Malarstwa Abstrakcyjnego w Londynie pierwszą nagrodę otrzymał komputer GUGU za pracę „Samotność we dwoje".

8. UWAGA nasi Czytelnicy — Roboty! PIAS-1101 oświadcza: każdy może dobudować sobie samodzielnie przystawkę samonaprawczą. Czytajcie nasz „Kącik majsterklepki".

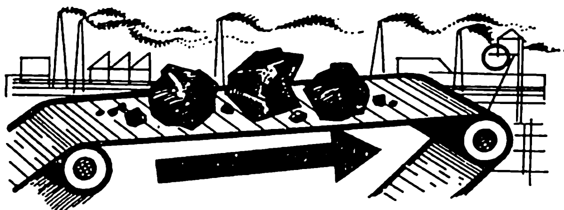
9. Nowy Jork. Dzięki zastosowaniu nowego paliwa i zmodyfikowanych urządzeń sterujących oraz komputera pokładowego rakiet typu DENEB udało się skrócić czas podróży z Ziemi do układu planetarnego gwiazdy Proxima Centauri do 2 miesięcy.

10. Paryż. Wielkie poruszenie na ostatnim Kongresie Cybernetyki wywołało wystąpienie doktora Jekylla, który przedstawił pełną kopię mózgu Einsteina. W najbliższym czasie przeprowadzona zostanie symulacja procesów myślowych.

49. „POLACY NIE GĘSI..."

...więc również mają osiągnięcia w cybernetyce i jej zastosowaniach — tak moglibyśmy sparafrazować słynne słowa Imć Pana Mikołaja Reja z Nagłowic. Odpowiedzmy więc na następujące pytania:

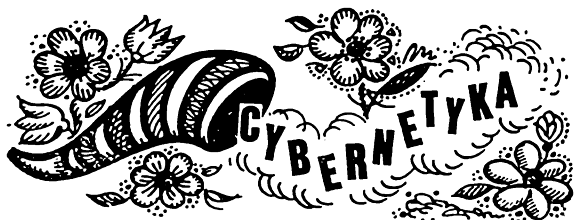
1. Kto wprowadził do cybernetyki pojęcie układu względnie odosobnionego?
2. Kiedy zbudowano pierwszy polski komputer?
3. Co to jest „zapis polski"?
4. Kto zbudował pierwszą polską maszynę liczącą?
5. Jaka rola przypada Polsce w pracach nad stworzeniem jednolitego systemu elektronicznych maszyn cyfrowych krajów RWPG (RIAD)?
6. Jaki polski wynalazek znalazł zastosowanie w leczeniu jąkających się (przedstawiony został na I Międzynarodowym Kongresie Medycyny Cybernetycznej w Neapolu)?
7. Co oznacza skrót WASC?
8. Jak się nazywa jedna z najnowocześniejszych w świecie, w pełni zautomatyzowana kopalnia węgla kamiennego?
9. Jakie placówki Polskiej Akademii Nauk zajmują się badaniami z zakresu cybernetyki?
10. Jakie pisma o tematyce cybernetycznej wychodzą w Polsce?



50. Z RÓŻNYCH SZUFLAD

I oto zbliżamy się do końca naszej książeczki. Do pełnej liczby 500 brakuje nam 7 zagadek. Oto one. W którym przypadku podane stwierdzenie — a w którym jego przeciwieństwo (w nawiasach) — jest prawdziwe?

1. Istnieje (nie istnieje) strategia optymalna w grze w szachy.
2. Szeregowe dołączenie elementu zmniejsza (zwiększa) niezawodność całego układu.
3. Równoległe dołączenie elementu zmniejsza (zwiększa) niezawodność całego układu.
4. Optymalny jest (nie jest) synonimem najlepszego.
5. Układ można (nie można) tak zaprojektować, aby mógł pracować niezależnie od oddziałujących nań zakłóceń.
6. Do sterowania układem jest (nie jest) konieczna pełna znajomość jego funkcjonowania.
7. Przekazanie wiadomości o większej ilości informacji jest (nie jest) równoznaczne z przekazaniem wiadomości o większej wartości dla odbiorcy.



odpowiedzi

---

1. PIERWSZY SPRAWDZIAN

1. b
2. b
3. a
4. b
5. c
6. a
7. b
8. b
9. c
10. c

2. „NA POCZĄTKU BYŁO SŁOWO"

1. Słowo „cybernetyka" wywodzi się ze starożytnej greki, od słowa *kybernetes* — sternik, w przenośni: zarządca kraju. Łacińskim odpowiednikiem tego słowa w drugim znaczeniu jest znane nam słowo „gubernator". Ciekawe, że od tego samego rdzenia wywodzi się słowo *governor*, użyte przez Jamesa Watta na określenie jego regulatora, który stanowi jeden z pierwszych przykładów wykorzystania sprzężenia zwrotnego — najważniejszej idei cybernetyki.

2. Najstarsze dzieło, w którym spotykamy słowo „cybernetyka", pochodzi z IV w. p.n.e. Jest nim dialog *Gorgiasz* napisany przez Platona (427—347 p.n.e.). Platon używa wyrazu „cybernetyka" w znaczeniu „umiejętność sterowania", mianowicie w wersecie 511 *Gorgiasza* Sokrates powiada: „cybernetyka ocala od największych niebezpieczeństw nie tylko dusze, lecz również ciała i dobra".

3. Nazwą „cybernetyka" posłużył się także uczony, znany ze swoich odkryć w dziedzinie fizyki — André Marie Ampère (1775—1836). W swojej obszernej pracy *Esej o filozofii nauki* z 1834, która miała być „przedstawieniem naturalnym wszystkich wiadomości ludz-

kich", używa tego wyrazu na określenie tej części polityki, która zajmuje się metodami rządzenia.

4. Do słownictwa polskiego termin „cybernetyka" wprowadził Bronisław Trentowski (1808—1869), polski pedagog i publicysta. Terminu tego używał w znaczeniu podobnym jak Ampère, a widnieje ona w tytule wydanej w 1843 książki w języku polskim *Stosunek filozofii do cybernetyki, czyli sztuka rządzenia narodem.*

5. Słowo „cybernetyka", tak jak je dzisiaj rozumiemy, zostało wprowadzone przez Norberta Wienera, który określił cybernetykę jako „naukę o sterowaniu i komunikacji w zwierzęciu i maszynie". Definicję tę zawarł Wiener w tytule swojej książki, zresztą chyba najbardziej znanej z tej dziedziny (*Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*). Najlepszym wyjaśnieniem przytoczonej definicji jest komentarz samego autora pochodzący z książki *Cybernetyka a społeczeństwo*: „Kiedy się komunikuję z inną osobą, przekazuję jej informację, a kiedy ona z kolei porozumiewa się ze mną, przekazuje mi informację zwrotną, zawierającą wiadomość pierwotnie znaną jej, lecz nie mnie".

6. Zagadnienie powstało w czasie II wojny światowej i miało ścisły związek z szybkim rozwojem lotnictwa. Należało odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób obrona przeciwlotnicza może trafić samolot nieprzyjacielski. Wymaga to celowania nie w sam samolot, ale w taki punkt, w którym pocisk spotkałby się z samolotem. Gdyby samolot poruszał się po ustalonym z góry torze, to wyznaczenie tego punktu byłoby nietrudne. Cała trudność polegała na tym, że pilot zmienia swój kurs, gdy tylko rozpoczyna się ogień przeciwko niemu, wobec czego trzeba przewidzieć położenie maszyny. Zadanie przedstawiono Norbertowi Wienerowi i Julianowi Bigelowowi, którzy mieli opracować model maszyny kierującej w odpowiedni sposób ogniem artylerii. Maszyna taka musiałaby uwzględnić reakcję pilota, ponadto powinna zastąpić reakcję celowniczego obserwującego samolot. Zagadnienie to wymagało więc studiów w dwóch dziedzinach — mechanice i neurologii. W ten sposób narodziła się potencjalnie cybernetyka, choć sam problem nie został całkowicie rozwiązany.

7. „Metryką urodzenia" cybernetyki można by nazwać artykuł *Behavior, Purpose and Teleology* (*Zacho-*

wanie, cel i teleologia) trzech autorów: Artura Rosenbluetha, Norberta Wienera i Juliana Bigelowa, opublikowany w 1942 w amerykańskim czasopiśmie „Philosophy of Science" („Filozofia Nauki"). Praca ta jest podsumowaniem badań autorów nad naturą tzw. czynności zamiarowych i ma ścisły związek z zagadnieniem artylerii przeciwlotniczej. Na czym polega zachowanie zamiarowe? Przykładem może być zachowanie każdego z nas, gdy chcemy podnieść ze stołu ołówek. Nasz ruch wykonywany jest w taki sposób, by w każdej następnej chwili odległość ręki od ołówka ulegała zmniejszeniu. „Szacowaniem" tej odległości „zajmuje się" nasz mózg w oparciu o bodźce wzrokowe, ale sama czynność sięgania po ołówek ma charakter mechaniczny — polega na odpowiednim uruchomieniu mięśni. Podobnie jak w przypadku zagadnienia artylerii przeciwlotniczej, znów neurologia styka się z mechaniką.

8. Vanderbilt Hall — to nazwa gmachu w Bostonie (USA). W latach poprzedzających II wojnę światową zbierała się w nim grupa naukowców, głównie z Uniwersytetu Harvarda, specjalistów z różnych dziedzin wiedzy. Po zakończeniu obrad jeden z uczestników przedstawiał problem z zakresu metodologii naukowej, ale z punktu widzenia dyscypliny, którą reprezentował, po czym rozpoczynała się dyskusja. W tej konfrontacji doświadczeń okazało się, że wielu badaczy zajmowało się tymi samymi problemami, nadając jednak różne nazwy tym samym pojęciom. Okazało się także, że często nie mogli posunąć swych badań naprzód, napotykając granice zakreślone przez poszczególne dyscypliny naukowe. Vanderbilt Hall było miejscem, w którym po raz pierwszy uświadomiono sobie istnienie „ziemi niczyjej" w nauce, obszaru, który wkrótce stał się domeną cybernetyki.

9. Pierwszą międzynarodową organizacją zajmującą się cybernetyką było założone w 1957 Międzynarodowe Towarzystwo Cybernetyczne (Association Internationale de Cybernétique). Siedzibą tej organizacji jest Namur w Belgii, gdzie odbyły się również Międzynarodowe Kongresy Cybernetyki. Towarzystwo to stawia sobie za cel popieranie rozwoju cybernetyki oraz popularyzację osiągnięć w tej dziedzinie wiedzy oraz zapewnienie stałych i zorganizowanych kontaktów między pracownikami nauki, działającymi w różnych krajach, w różnych dziedzinach cybernetyki. Organem Towarzystwa jest ukazujący się od 1958 kwartalnik „Cybernetyka".

10. Odpowiedzią na to pytanie mógłby być choćby spis zawodów ludzi będących pionierami cybernetyki. Wiener i von Neumann byli matematykami. Rosenblueth i McCulloch — fizjologami, a Goldstine i Couffignal — projektantami maszyn cyfrowych. Cybernetyka teoretyczna powstała na pograniczu biologii i matematyki, jednakże przyswoiła sobie również wiele z dziedzin, które zaczęły się rozwijać równolegle z nią, lub tylko nieco wcześniej. Do takich dziedzin należą m.in. logika matematyczna, teoria maszyn cyfrowych, teoria regulacji i serwomechanizmów. Rozwijając się cybernetyka wkraczała na tereny coraz to nowych obszarów wiedzy: techniki, ekonomii, socjologii, psychologii, lingwistyki, wojskowości.

3. KONFERENCJA PRASOWA

1. Pytanie takie mógł zadać cybernetyk, ale tylko w jednym celu — zaspokojenia zwykłej ludzkiej ciekawości, nie mógł go natomiast zadać jako cybernetyk specjalista.

2. Zachowanie się jest tą właściwością obiektów, która szczególnie interesuje cybernetyków. Dokładniej, interesują ich takie obiekty, których zachowanie zmienia się w czasie, czyli tzw. obiekty dynamiczne. Nie jest układem dynamicznym stos kamieni leżących przy drodze, ale jest nim np. samochód prowadzony przez kierowcę — zachowanie pojazdu zmienia się nieustannie w czasie jazdy w zależności od warunków panujących na drodze i w ruchu drogowym, np. drobna nierówność nawierzchni drogowej czy zakręt wywołują natychmiastową reakcję kierowcy i samego samochodu.

3. Dla cybernetyki jest rzeczą zupełnie obojętną, czy badany przez nią obiekt jest żywy czy martwy, obrazuje to już tytuł książki Wienera — *Cybernetyka, czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie*. Pytanie takie mogłoby być zadane przez biologa, dla którego stwierdzenie, że obiekt nie jest organizmem żywym, wyklucza ów obiekt z jego sfery zainteresowań.

4. Próba skomunikowania się z ludźmi świadczyłaby o tym, że w „programie” NOL-a istnieje możliwość wymiany informacji z otoczeniem. A właśnie informacje i procesy przekazywania informacji skupiają szczególną uwagę cybernetyki, a nawet, jak twierdzą niektórzy, w istocie rzeczy są jedynymi przedmiotami badań cybernetyki.

5. Pytanie o kształt NOL-a może być ważne nie tylko dla specjalistów interesujących się technicznymi parametrami obiektu. W przypadku, gdyby to był twór istot inteligentnych, można by wyciągnąć stąd jakieś wnioski co do przypuszczalnego wyglądu i psychiki owych istot. Natomiast dla cybernetyka kształt obiektu jest cechą zupełnie nieinteresującą.

6. To, z czego zbudowany jest obiekt, a więc z jakiego materiału, jaki jest jego skład chemiczny, byłoby interesujące dla technologów i chemików. Dla cybernetyka nieistotne jest, z jakiego materiału, o jakim składzie chemicznym, zbudowany jest obiekt, który bada.

7. Zagadnienie regularności reakcji jakiegoś obiektu wiąże się nierozerwalnie z podstawowym w cybernetyce problemem zachowania. Dla cybernetyka istotna jest informacja, czy reakcje jakiegoś obiektu się powtarzają i jakimi regułami ta powtarzalność się rządzi. Inaczej przecież zachowuje się automat, który jeśli nie jest uszkodzony, zawsze wydaje bilety po wrzuceniu monety, a inaczej ruletka, której reakcję, tzn. wylosowaną liczbę, znacznie trudniej jest przewidzieć.

8. Metoda analogii należy do podstawowych narzędzi badawczych cybernetyki. Ona w dużym stopniu nadaje cybernetyce charakter dziedziny z pogranicza nauk. Ze zdziwieniem dowiadujemy się, że np. znany w ekonomii mechanizm deflacji jest analogiczny do działania regulatora Watta, bo można go wyjaśnić operując tym samym pojęciem sprzężenia zwrotnego ujemnego.

9. Dla cybernetyka istotne są tylko powiązania zasileniowe pomiędzy badanymi obiektami, a nie to, z jakiego rodzaju zasilaniem mamy do czynienia. Odpowiedź na pytanie o materiał napędowy NOL-a byłaby interesująca raczej dla chemików pracujących nad stworzeniem najbardziej wydajnych paliw przydat-

nych do pokonywania wielkich odległości w przestrzeni kosmicznej.

10. Pytanie dotyczy bardzo istotnego problemu — sterowania, w tym przypadku sterowania obiektami latającymi, i dlatego mógł je zadać cybernetyk, choć sprawy te mogą interesować również i innych uczestników konferencji. Sami przecież interesujemy się lotami kosmicznymi, zwłaszcza załogowymi. Nasze ziemskie statki kosmiczne, jak wiadomo, są sterowane zawsze z Ziemi. Ale w jaki sposób odbywa się sterowanie NOL-em — takie pytanie nasuwa się natychmiast. Przypuszczać można, że sam obiekt pochodzi z głębi kosmosu, a na takich odległościach sterowanie z zewnątrz być może jest nawet niemożliwe i wówczas ciekawe byłoby, jaki jest zakres autonomii NOL-a.

4. CZY WIESZ, KTO TO JEST?

1. William R. Ashby (ur. 1903)
2. Henryk Greniewski (1903—1972)
3. Andriej N. Kołmogorow (ur. 1903)
4. Oskar Lange (1904—1965)
5. Warren S. McCulloch (ur. 1902)
6. John von Neumann (1903—1957)
7. Claude E. Shannon (ur. 1916)
8. Allan Turing (1912—1954)
9. William G. Walter (ur. 1910)
10. Norbert Wiener (1891—1964)

5. SPÓJRZMY INACZEJ

1. Sprawny karabin spełnia swoją funkcję, jeśli spełnione są dwa warunki: po pierwsze, do odpowiedniej komory musi być wprowadzony nabój; po drugie, musi zostać naciśnięty język spustowy karabinu. Na-

ciśnięcie języka spustowego jest sygnałem, który uwalnia chemiczną energię spalania prochu przemieniającą się w siłę fizyczną zdolną wyrzucić pocisk na pewną odległość. W zależności od pozycji języka spustowego sprawny karabin jest w różnym stanie — oddaje strzał lub nie. Wejściem informacyjnym jest język spustowy oraz orientacja przestrzenna karabinu, decydująca o punkcie trafienia. Komora, do której wprowadza się nabój, jest wejściem zasileniowym, lufa — wyjściem zasileniowym.

2. Komórka nerwowa — neuron składa się z jądra, wraz z jąderkiem, otoczonego cytoplazmą, oraz cienkich wypustek dwóch rodzajów — aksonu i dendrytu. Aksony przewodzą impulsy nerwowe i przekazują je innym komórkom, które odbierają te impulsy za pośrednictwem dendrytów. Można więc uważać, że dendryty pełnią rolę wejścia informacyjnego, a aksony — rolę wyjścia.

3. Niezbędnym warunkiem pracy lodówki jest podłączenie jej do sieci elektrycznej, wobec tego wejściem zasileniowym jest wtyczka do kontaktu. Wejściem informacyjnym jest pokrętło wyskalowane w stopniach Celsjusza, poprzez które informujemy lodówkę, jaką temperaturę powinna utrzymywać. Wyjściem jest komora lodówki, w której ujawnia się cały efekt jej pracy — odpowiednio niska temperatura.

4. Wejściem zasileniowym łącznicy telefonicznej są zasilające ją akumulatory. Wejściami informacyjnymi są tzw. klapki, informujące o zgłoszeniu się abonenta, a wyjściami — przełączniki wysyłające sygnał wywołania.

5. Aby telewizor działał, musimy dostarczyć mu niezbędnej energii, musi więc mieć wejście zasileniowe, którego rolę w odbiornikach sieciowych pełni wtyczka do kontaktu, musi również odbierać sygnały nadawane przez stację telewizyjną. Do tego celu służy mu wejście informacyjne — antena. To jednak nie wszystko, obraz, który oglądamy, powinien mieć odpowiednią jasność i kontrast, głos zaś odpowiednie natężenie i barwę. Aby „poinformować" telewizor, na jakiej jasności, kontraście, głośności i barwie głosu nam zależy, musimy przekazać mu odpowiednie informacje. Dokonamy tego przez odpowiednie ustawienie pokręteł służących do regulacji wymienionych parametrów. Dlatego pokrętła te są wejściami informacyjnymi. Pokrętło zmiany kanałów jest również wejściem informa-

cyjnym, za którego pośrednictwem przekazujemy wiadomość, na którym kanale chcemy odbierać program. Oczywiście, aby uznać, że telewizor działa, musimy odbierać jakieś wrażenie słuchowe i wzrokowe, a więc telewizor musi mieć dwa wyjścia; jednym jest ekran luminescencyjny, na którym pojawia się obraz, drugim — głośnik, przekazujący nam słowa czy melodie.

6. Do zapewnienia produkcji w fabryce gwoździ musimy dostarczyć odpowiednią ilość stali oraz energię elektryczną niezbędną do pracy maszyn. Tak więc wejściami zasileniowymi będą: brama wjazdowa, przez którą dostarcza się materiał, oraz końcówki sieci energetycznej, przez które dostarcza się do fabryki energię elektryczną. Gotowe gwoździe ekspediuje się również przez bramę, która pełni rolę wyjścia zasileniowego. O wielkości produkcji decyduje jednostka nadrzędna przysyłając wytyczne w postaci planu. Plan jest w takim razie wejściem informacyjnym, zaś sprawozdania kierownictwa fabryki o stopniu wykonania planu — wyjściem informacyjnym.

7. Samochód wraz z kierowcą jest przykładem układu względnie odosobnionego, złożonego z dwóch podukładów. Zasilany musi być samochód, „zasilany" musi być kierowca, wejściami zasileniowymi naszego układu są więc — zbiornik paliwa i jama ustna kierowcy. Utrzymanie właściwego kursu podczas jazdy, a także bezpieczeństwo podróży wymaga od kierowcy bacznej obserwacji trasy i ruchu drogowego. Jego oczy można więc traktować jako wejścia informacyjne. Ponieważ położenie samochodu i jego prędkość uwidaczniają się w pełni w pozycji kół i ich prędkości obrotowej, więc koła są wyjściami informacyjnymi układu samochód + kierowca. Wyjściem zasileniowym jest rura wydechowa, wyrzucająca na zewnątrz spaliny.

8. W większości współczesnych komputerów program i dane do obliczeń dostarcza się w postaci kart bądź taśmy perforowanej, natomiast wyniki obliczeń są albo drukowane, albo podawane w postaci taśmy perforowanej. Tak więc wejściami informacyjnymi mogą być czytnik kart lub czytnik taśmy, zaś wyjściami — drukarka wierszowa (dalekopis) lub dziurkarka. Wejściem zasileniowym jest podłączenie do sieci elektrycznej. Wejściem informacyjnym jest również pulpit operatora.

9. Dowódca kompanii pełni rolę zarówno wejścia, jak i wyjścia informacyjnego. Z jednej strony odbiera on rozkazy przełożonych, z drugiej zaś melduje o ich wykonaniu.

10. Człowiek jest przykładem układu szczególnie złożonego, organizm jego pełni wiele funkcji, dlatego też wymienienie wszystkich wejść i wyjść informacyjnych jest w tym miejscu niemożliwe. Ograniczymy się więc do niektórych najważniejszych. Prawidłowe funkcjonowanie organizmu wymaga przede wszystkim dostarczenia pożywienia i tlenu. Dlatego podstawowymi wejściami zasileniowymi są: jama ustna i nos. Informacje o otoczeniu odbieramy za pośrednictwem komórek nerwowych (mówimy o zmysłach: węchu, wzroku itd.). Tak więc wejściami informacyjnymi człowieka są np. oczy, uszy, nos, język, skóra, wyjściami informacyjnymi zaś są np. struny głosowe oraz mięśnie twarzy, rąk i nóg.

6. JUŻ STAROŻYTNI...

1. W 1900 odkryto wiele posągów i zabytków leżących na głębokości ponad 60 m w pobliżu wyspy egejskiej Antykitery, w miejscu gdzie zatonął statek z epoki klasycznej. Wśród tych znalezisk znajdował się kalkulator astronomiczny, zidentyfikowany w prawie 60 lat później przez angielskiego historyka sztuki D. Price'a. Na zewnątrz drewnianej skrzynki kalkulatora umieszczona była tarcza i wąski ruchomy krążek. Na tarczy znajdowały się znaki Zodiaku (na obwodzie zewnętrznym) i miesiące roku (na obwodzie wewnętrznym). Ruchomy krążek służył do regulacji urządzenia, w czasie gdy miesiące nie przypadały we właściwych im porach roku. Wewnątrz skrzynki mieścił się mechanizm zegarowy. Koła zębate tego mechanizmu wprawiały w ruch wskazówki na tarczy pokazując fazy Księżyca i pozycje planet dla różnych dat. Ustawienie mechanizmu oraz inne dowody przemawiają za tym, że urządzenie to zostało zbudowane ok. 82 p.n.e. Nie wykazuje ono rzecz jasna żadnych cech automatyzmu, jest — podobnie jak zegar — tylko mechanizmem.

2. Ten automat jest dziełem Herona z Aleksandrii (I w.n.e.), jednego z najzdolniejszych konstruktorów starożytności. Opis tego urządzenia zawarty jest w jednej z wielu pozostawionych przez Herona prac, pod tytułem *Pneumatyka*. Automat ten otwierał samoczynnie bramę świątyni po złożeniu całopalnej ofiary. Ciepło ognia ofiarnego powodowało rozszerzanie się powietrza w zbiorniku; wypchnięta przez nie woda wylewała się do kubełka. Zwiększaniu ciężaru zawieszonego na linie kubełka towarzyszył jego ruch ku dołowi powodujący otwarcie drzwi świątyni. Również to urządzenie nie jest automatem w sensie cybernetycznym.

3. Drugim przykładem automatu Herona jest urządzenie, z którego po wrzuceniu monety wylewała się pewna ilość wody święconej. Napis na naczyniu głosił: „naczynie z wodą święconą, która wypływa tylko po wrzuceniu monety". Działanie mechanizmu opierało się na wykorzystaniu dźwigni dwustronnej, umieszczonej wewnątrz naczynia na pieniądze. Spadająca moneta potrącała jedno ramię dźwigni, powodując podniesienie drugiego ramienia, które otwierało zawór odprowadzający wodę święconą na zewnątrz naczynia. Podobnie i tu nie mamy do czynienia z automatem. Zasada opisanego mechanizmu podobna jest do zasady np. urządzenia sprzedającego wodę sodową, które również nie jest automatem w cybernetycznym znaczeniu.

4. Ten automat pochodzi z 1712 i jest dziełem Humphreya Pottera, który zastosował go w jednej z angielskich kopalń. W tym czasie w kopalniach pompowanie wody z chodników odbywało się za pomocą dużego cylindra pionowego, w którym para wodna rozprężała się, a następnie skraplała pod działaniem strumienia zimnej wody. Łączenie cylindrów na przemian z grzejnikiem i ze zbiornikiem zimnej wody powierzano dzieciom, wśród których znajdował się wtedy Humphrey Potter. Ponieważ praca była nudna, Potter chciał się wyręczyć maszyną. Połączył sznurkiem kran z wahaczem pompy, który poruszał tłok. W ten sposób podnoszący się tłok otwierał jednocześnie kran z wodą — maszyna sterowała sama siebie. To już jest rzeczywiście automat.

5. „Człowieka mówiącego" skonstruował w XVIII w. Kempelen — węgierski baron, autor wielu dziwnych czasem mechanizmów. Dziełem Kempelena był m.in. gracz w szachy, którego wynalazca demonstrował na dworach Fryderyka Wielkiego i Katarzyny II. Gracz w szachy nie był jednak automatem, ponieważ we

wnętrzu konstrukcji znajdował się ukryty człowiek — geniusz gry w szachy. „Człowiek mówiący" Kempelena zasługuje na uwagę nie jako automat, bo nim nie był, ale jako poprzednik dzisiejszych wokoderów *. W epoce, kiedy jeszcze nie było magnetofonu, potrafił wymówić zdanie: „Vivat Josephus Secundus, Romanorum Imperator" — dzięki odpowiedniemu zastosowaniu miecha i fujarki.

6. Rozdzielacz zboża z XVIII w. jest urządzeniem szczególnie ciekawym, gdyż wykorzystuje zasadę sprzężenia zwrotnego na długo przed narodzinami cybernetyki, choć, ściśle rzecz biorąc, nie jest to jeszcze sprzężenie zwrotne. Zasadniczą częścią automatu była pochyła rynna drewniana, kierująca i doprowadzająca strumień ziaren. Koniec rynny opierał się bezpośrednio na osi obracającego się kamienia młyńskiego, przy czym oś ta miała w tym miejscu przekrój kwadratowy. Przy każdym obrocie osi, a więc i kamienia młyńskiego, rynna podlegała czterem wstrząsom; każdy taki wstrząs powodował spadanie na kamień młyński pewnej ilości ziaren. Gdy siła wiatru wzrastała, kamień młyński obracając się szybciej powodował większy dopływ ziaren do zmielenia, gdy zaś wiatr słabł, obroty kamienia młyńskiego były wolniejsze, a więc i ilość doprowadzonych ziaren malała. Na czym polega działanie zwrotne? Gdy powierzchnia skrzydeł maleje, np. po zerwaniu części płócien przez burzę, obroty wiatraka maleją, a więc zmniejsza się też dopływ ziaren do niego, co umożliwia wiatrowi uzyskanie poprzedniej prędkości obrotowej. Możliwa jest więc stabilizacja prędkości obrotowej w pewnym zakresie prędkości wiatru (przy zbyt dużej prędkości wiatru może dojść do zniszczenia wiatraka). Nie jest to jednak sprzężenie zwrotne, ponieważ wiatr nie jest wielkością sterującą — obraca on skrzydła wiatraka wcale nie na skutek swego oddziaływania na zasilanie ziarnami wiatraka. Sprzężenie zwrotne miałoby miejsce wtedy, gdyby prędkość obrotowa wiatraka była np. niezależną od wiatru wielkością sterującą, oddziałującą na zasilanie ziarnami wiatraka. Jednakże opisane urządzenie to już bliski „kuzyn" dzisiejszych automatów.

7. Urządzenie samoczynnie ustawiające skrzydła wiatraka w kierunku wiatru było ostatnim ulepszeniem konstrukcji wiatraka. Skonstruowano je w Anglii

* Wokoderem nazywamy urządzenie do przekazywania informacji w języku syntetycznym.

w XVIII w. Był to mały wiatraczek umieszczony na wieżyczce, po przeciwległej stronie skrzydeł. Jego skrzydełka umieszczone były pod kątem prostym w stosunku do głównych skrzydeł wiatraka. Za pomocą mechanizmu trybowego wiatraczek ten utrzymywał stale główne skrzydła wiatraka w położeniu optymalnym. Jest to rzeczywiście automat.

8. W XVIII w. panowała prawdziwa moda na mechaniczne zabawki, szczególnie zaś na sztuczne zwierzęta. Wielu z tych, którzy przeszli do historii, parało się tą niewinną zabawą. Najsłynniejsze zabawki-automaty były dziełem francuskiego mechanika Jakuba Vaucansona. Jedną z nich była sławna kaczka Vaucansona, która potrafiła kwakać, pić wodę, machać skrzydłami, a nawet dziobać ziarno i wydalać odchody — imitowała więc prawie wszystkie czynności życiowe żywej kaczki. Jest to przykład bardzo zmyślnego, ale tylko mechanicznego, a nie automatycznego urządzenia.

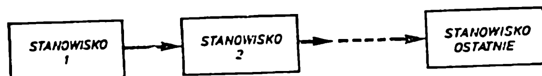
9. James Watt wynalazł w końcu XVIII w. regulator obrotów maszyny parowej. Były to dwie ciężkie kule metalowe zawieszone na pionowym wale, obracającym się wraz z głównym wałem mechanizmu maszyny parowej. Gdy wał obracał się prędzej, metalowe kule rozsuwały się w wyniku działania siły odśrodkowej. Ta zmiana ich położenia powodowała poprzez odpowiednie mechanizmy zmniejszenie dopływu pary do cylindra, co z kolei zmniejszało prędkość obrotową wału maszyny parowej. Kule regulatora wówczas opadały, umożliwiając większy dopływ pary do cylindra, a to z kolei powodowało wzrost prędkości obrotowej wału. Przez odpowiednie ustawienie kul regulatora można więc było automatycznie utrzymać stałą prędkość obrotów maszyny parowej. Jest to zjawisko sprzężenia zwrotnego ujemnego, gdyż przejściowy wzrost prędkości maszyny powoduje w rezultacie zmniejszenie dopływu pary. Regulator Watta należy do najstarszych urządzeń, które można nazwać automatami w sensie cybernetycznym.

10. Gracz w szachy Hiszpana Torresa y Quevedo jest jednym z najbardziej „rozwiniętych" automatów z czasów poprzedzających narodziny cybernetyki. Pod stołem automatu znajduje się niewidoczny mechanizm, na stole — metalowa szachownica, na której są tylko trzy figury: dla automatu — król i wieża (biała), dla człowieka grającego przeciwko automatowi — tylko król (czarny). Każde pole szachownicy jest utworzone

z trzech metalowych płytek, odizolowanych elektrycznie od siebie. Król czarny ma podstawę metalową, a więc powoduje zwarcie z sobą tego pola szachownicy, na którym stoi, wskutek czego do mechanizmu automatu płyną dwa różne prądy. Te dwa prądy są meldunkami informującymi automat o tym, na jakim polu szachownicy stoi w danej chwili czarny król. Odpowiedź automatu na ruch przeciwnika jest dokonywana przez elektromagnesy, które przesuwając się pod szachownicą przyciągają białe figury, mające metalową kulkę ukrytą w wydrążonej podstawie. Jest to oczywiście gra zdeterminowana. Jak to wykazała teoria, król pozbawiony figur i pionów (przeciwnik automatu) jest w sposób nieunikniony skazany na przegraną: w najdogodniejszej dla niego sytuacji król i wieża (automatu) dają mu mata w 16 ruchu. Oczywiście z punktu widzenia człowieka optymalna strategia polegałaby na jak najszybszym wygraniu; z punktu widzenia konstruktora automatu optymalna jest strategia prowadząca do celu (wygranej), ale przy zastosowaniu najprostszego mechanizmu. Tak właśnie skonstruowany jest gracz w szachy.

7. SZEREGOWO, RÓWNOLEGLE...

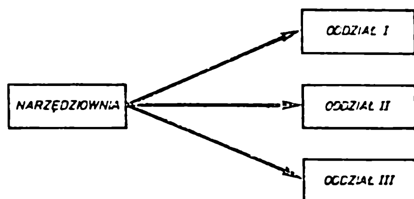
1. Szeregowo. Obrabiany na taśmie produkcyjnej przedmiot musi przejść kolejno przez wszystkie stanowiska w kolejności od poprzedniego do następnego i nie wraca już (jeśli proces odbywa się prawidłowo) do stanowiska, przez które wcześniej przeszedł.



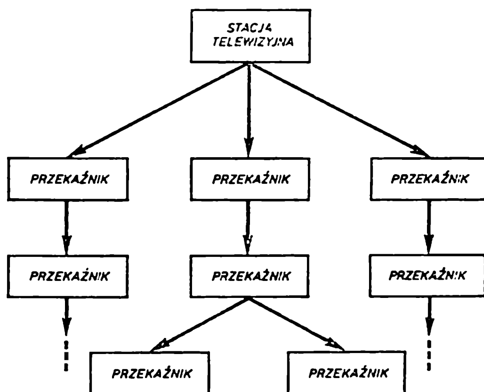
2. Zwrotnie. Ruch jednego gracza następuje po ruchu przeciwnika i zależy od niego w istotny sposób.



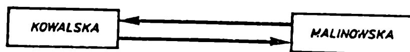
3. Równolegle. Każdy z wielu oddziałów fabryki może otrzymać potrzebne narzędzia tylko z narzędziowni, która jest ich dystrybutorem.



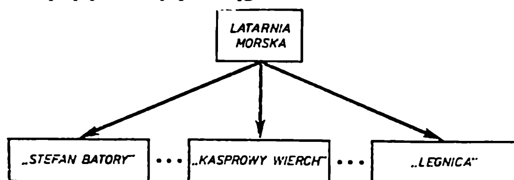
4. Sprzężenie kombinowane, szeregowo-równoległe. Stacja telewizyjna przekazuje sygnał równolegle wielu stacjom przekaźnikowym, które przekazują je następnym przekaźnikom, te następnym i dalej szeregowo.



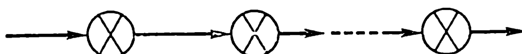
5. Zwrotnie. Jedna przekupka, odpowiadając w czasie kłótni drugiej (zwykle dość dosadnie), wzmaga zacietrzewienie tej drugiej, powodując z kolei wysuwanie przez nią jeszcze ostrzej sformułowanych zarzutów pod adresem przeciwniczki.



6. Równolegle. Sygnał wysyłany przez latarnię morską jest odbierany jednocześnie przez wiele statków będących w jej zasięgu.



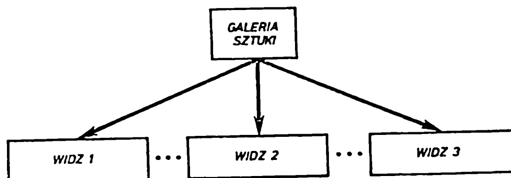
7. Szeregowo. Prąd przepływa przez wszystkie żaróweczki po kolei.



8. Szeregowo. Pierwszy zawodnik po przebiegnięciu 100 m przekazuje pałeczkę następnemu, który dopiero wtedy może pobiec następne 100 m, oddać pałeczkę trzeciemu zawodnikowi itd.

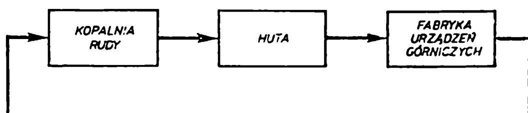


9. Równolegle. Często w galerii obrazów jakiś eksponat przyciąga uwagę grupy osób, które stoją przed nim niemo kontemplując. Piękno, artyzm dzieła sztuki, działa na wszystkie te osoby jednocześnie, a zarazem na każdą z nich niezależnie, właśnie równolegle.



10. Sprzężenie kombinowane, szeregowo-zwrotne. Kopalnia dostarcza rudę do huty, ta zaopatruje w stal

fabrykę urządzeń górniczych, której wyroby z kolei niezbędne są dla kopalni, i kółko się zamyka.



8. A MOŻE NA PALCACH?

1. Kij karbowany. Ten sposób liczenia polegający na dokonywaniu nacięć na kiju, kości zwierzęcej czy czymś podobnym, znany był już w zamierzchłych czasach. Jedno nacięcie mogło odpowiadać np. jednemu wrogowi. Jeśli na drugim kiju nacięciami zaznaczył człowiek pierwotny stan wojowników ze swojej osady, to przez porównanie obu kijów mógł osądzić, po której stronie są większe siły. Tę pierwszą „maszynę" do liczenia wynaleziono zapewne nie później niż w paleolicie, gdyż z tego okresu pochodzi pierwszy znaleziony w 1937 na Morawach eksponat. Jest to piszczel młodego wilka o długości ponad 20 cm z wyciętymi 55 głębokimi karbami. Karby są pogrupowane na piszczeli po pięć, ich wykonawca liczyć musiał więc piątkami. Z początku człowiek pierwotny stawiał zapewne karby na kiju w szeregu, jeden koło drugiego.

2. Abakus (abak, od greckiego *abaks* — tablica). Tak nazywa się prostokątna tablica z wyrytymi żłobkami, w których kamykami zaznaczano jednostki poszczególnych rzędów przedstawianej liczby. Wynaleziony został najprawdopodobniej ok. XX w. p.n.e. w Egipcie; używany był zresztą przez starożytnych Greków i Rzymian, a także w zachodniej Europie (do XVIII w.). Abak jest poprzednikiem liczydła, używanego jeszcze do dzisiaj w niektórych biurach; w liczydle pręty metalowe zastąpiły rowki abaka, a nanizane na te pręty kulki — kamyki.

3. „Tabliczki Napiera". Wynalazek szkockiego matematyka Johna Napiera narodził się w 1617. Dzisiaj „tabliczki Napiera" można znaleźć jedynie w muzeach

nauki i techniki bądź u kolekcjonerów staroci, ale w XVIII w. cieszyły się one wielką popularnością, gdyż znacznie ułatwiały mnożenie. Składały się z dziewięciu tabliczek podstawowych odpowiadających poszczególnym cyfrom. Każda tabliczka była podzielona podłużnie na dziewięć pól. U góry wypisana była cyfra, a na kolejnych polach jej iloczyn przez 2, 3 itd. aż do 9, w taki sposób, że w odpowiednim polu liczba dziesiątek wpisana była nad skośną kreską. Aby wykonać mnożenie jakiejś liczby wielocyfrowej przez cyfrę, należało ustawić obok siebie tabliczki w taki sposób, aby w górnych rzędach otrzymać daną liczbę, następnie wystarczyło ograniczyć się do cyfr z pól odpowiadających cyfrze, przez którą dana liczba ma być mnożona (jeśli przez 3, to trzeba było wziąć pod uwagę trzecie pola na tabliczkach). Ostatnią cyfrą iloczynu była cyfra pod kreską na ostatniej tabliczce, kolejne liczby iloczynu (wypisując je od końca) można było otrzymać po dodaniu po przekątnej — górnej liczby z niższego rzędu (tabliczka następna) i dolnej wyższego rzędu (tabliczka poprzednia). Aby pomnożyć przez siebie liczby wielocyfrowe, trzeba było wykonać odpowiednie mnożenie dla każdej z cyfr i otrzymane rezultaty zsumować według tych samych reguł, jakie stosujemy dziś przy zwykłym mnożeniu.

4. Suwak logarytmiczny. Wynaleziony w 1621 przez angielskiego matematyka Williama Oughtreda suwak logarytmiczny jest pierwszą „maszyną" analogową. Wykonuje się na nim mnożenie, dzielenie, potęgowanie itd., natomiast nie można dodawać i odejmować. Ściśle rzecz biorąc, na suwaku wykonuje się właśnie dodawanie i odejmowanie, ale nie samych liczb, lecz ich logarytmów. Jak wiadomo, dodawanie logarytmów jest równoważne mnożeniu liczb, zaś odejmowanie — dzieleniu. Dla wygody w posługiwaniu się suwakiem na podziałce wypisano nie logarytmy, ale same liczby. Suwak może również zapamiętywać liczbę, w tym celu jest zaopatrzony w przezroczyste okienko z cienką kreską. Liczbie odpowiada w suwaku logarytmicznym długość odcinka, proces zaś dodawania polega na dołączaniu odcinków jeden do drugiego — suwak nie jest więc „maszyną" cyfrową, lecz analogową.

5. Sumator. Pierwszy z prawdziwego zdarzenia sumator wynaleziony został w 1642 przez młodego, niezwykle utalentowanego Francuza Blaise Pascala, słynnego później matematyka i filozofa. Centralną częścią sumatora Pascala był układ kółek z wygrawerowany-

mi na obwodzie cyframi od 0 do 9. Osiem takich kółek umieszczono jedno obok drugiego na równoległych osiach w jednym pudełku. Każde z nich można było obracać za pomocą specjalnego pręta o jedną dziesiątą obrotu, dwie dziesiąte i tak dalej, aż do wykonania pełnego obrotu. Każde z nich służyło do zapisu jednej cyfry ośmiocyfrowej liczby. Genialność pomysłu Pascala polegała na zastosowaniu tzw. układu przeniesień, który działał w taki sposób, że wykonanie pełnego obrotu przez dane kółko powodowało obrót o jedną dziesiątą sąsiedniego kółka — tego, które służyło do wyrażania cyfr wyższej pozycji. Jeśli więc ustawiono np. na pozycji jednostek cyfrę 6 (przez wykonanie obrotu o 6/10 pełnego obrotu kółka), a potem dodano 7 (przez dalszy obrót o 7/10), to kółko jednostek wskazywało trójkę (pełny obrót plus 3/10), zaś kółko dziesiątek obróciło się na skutek działania mechanizmu przeniesień o 1/10. W ten sposób uzyskano prawidłowy zapis działania 6+7 = 13.

6. Arytmometr. Konstrukcję pierwszego arytmometru obmyślił jeden z najsłynniejszych matematyków i filozofów XVII w., Niemiec — Gottfried Wilhelm Leibniz. Doszedł on do wniosku, że ponieważ mnożenie nie jest niczym innym jak wielokrotnym dodawaniem — niewielka modyfikacja maszyny Pascala mogłaby doprowadzić także do zmechanizowania mnożenia i dzielenia. Jednakże mnożenie mogłoby trwać zbyt długo. Trzeba było szukać nowego rozwiązania. Idea tego rozwiązania przyszła Leibnizowi do głowy podobno w 1671. Wpadł wtedy na pomysł zastosowania koła o zmiennej liczbie zębów. Warto zaznaczyć, że mechanizm Leibniza stosowany jest do dzisiaj w arytmometrach.

7. Maszyna różnicowa. Autorem projektu maszyny różnicowej był XIX-wieczny wybitny matematyk angielski Charles Babbage. On pierwszy wpadł na pomysł zbudowania maszyny, która mogłaby wykonywać zupełnie samodzielnie nie tylko cztery pojedyncze działania arytmetyczne, ale i całe ciągi tych działań w określonej kolejności. Babbage wynalazł „maszynę różnicową” w 1812, można ją uważać za najbliższego przodka współczesnego komputera. Pomysł nie doczekał się pełnej realizacji ze względu na różne trudności, m.in. finansowe, ale w toku prac nad budową maszyny różnicowej Babbage opracował projekt maszyny jeszcze doskonalszej, którą nazwał „maszyną analityczną” i którą można uznać za bezpośredniego przodka

komputera. Miała ona się składać z trzech części: „magazynu", w którym liczby miały być przechowywane, z „młyna", który miał dokonywać operacji na liczbach, i wreszcie „mechanizmu sekwencyjnego", który miał wybierać właściwe liczby z „magazynu" i dostarczać je do „młyna" oraz udzielać mu instrukcji, jaką operację należy wykonać. Niestety, ten genialny pomysł także nie doczekał się realizacji.

8. Maszyna licząco-analityczna. Za twórcę pierwszej maszyny licząco-analitycznej można uważać Amerykanina Hermana Holleritha. Swój wynalazek zastosował on do opracowania wyników spisu ludności Stanów Zjednoczonych przeprowadzonego w 1890. Wykorzystał w tym celu tzw. kartę żakardowską (od nazwiska francuskiego konstruktora Jacquarda, który po raz pierwszy zastosował do sterowania maszyną tkacką specjalne prostokąty kartonowe, zawierające w wyciętych w nich otworkach informacje o pożądanym przebiegu pracy maszyny). Kartę podzielił na 240 kwadratów i w każdym takim kwadracie postanowił kodować przez wycięcie otworków inne informacje. Na przykład zespół takich kwadratów (20) wykorzystał do oznaczania wieku osoby od 0 do 99 lat. Informacje wydziurkowane na kartach odczytywała i opracowywała specjalna maszyna elektryczna. Maszyny podobne do skonstruowanej przez Holleritha są stosowane do dziś. Mówi się o nich, że zapewniają tzw. „średnią mechanizację" pracy obliczeniowej. Karty wynalezione przez Jacquarda, a po raz pierwszy zastosowane do procesów obliczeniowych, są używane do dzisiaj szeroko w elektronicznej technice obliczeniowej — nazywa się je kartami perforowanymi.

9. Elektroniczna maszyna matematyczna. Pierwszą elektroniczną maszyną matematyczną (opartą na technice lampowej) był ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator — elektroniczny cyfrowy integrator i kalkulator). Prace nad nim podjął w 1943 amerykański zespół w składzie: J. P. Eckert, John Mauchly, Herman H. Goldstine i Arthur Burks. ENIAC został skonstruowany dla potrzeb wojska. Jego pierwszym zadaniem było mianowicie wykonywanie tablic matematycznych potrzebnych przy wystrzeliwaniu pocisków, tzw. tablic balistycznych. ENIAC „umiał" bardzo szybko wykonywać cztery działania matematyczne, ale program działań (kolejność wykonywania operacji) musiał mu przekazać człowiek. W ENIAC-u znajdowały się dwa rodzaje układów: linie przesyłania danych i linie przenoszące sygnały sterujące. W pierwotnym

ENIAC-u program był wprowadzany do maszyny dopiero po ręcznym wykonaniu kilkuset operacji przygotowawczych. Urządzenie składało się z szeregu różnych jednostek przetwarzania, z których każda miała własny układ sterowania. Układ sterowania dla danej jednostki był uruchamiany sygnałem przychodzącym z innej jednostki. Po zakończeniu takiej operacji wysyłany był sygnał wyjściowy do innych jednostek, pod wpływem którego rozpoczynały one swoją pracę. Taka metoda obliczeń nazywa się programowaniem lokalnym. Aby przygotować ENIAC-a do obliczeń, należało najpierw ręcznie dokonać wszystkich połączeń do przesyłania danych z jednej jednostki do drugiej. W każdej jednostce musiały być poprowadzone takie połączenia, aby było wiadomo, kiedy ma ona zacząć działać oraz jaką operację ma wykonać. Ciągi operacji były określane na podstawie sygnałów wejściowych i wyjściowych między jednostkami. Wszystkie te jednostki działały synchronicznie.

10. Komputer. Przełomową rolę w stworzeniu nowoczesnego komputera odegrała propozycja Johna von Neumanna zastosowania programu wprowadzanego do maszyny. Chodziło o to, aby rozkazy były przechowywane w maszynie w taki sam sposób jak dane. Umożliwiłoby to wykonywanie na rozkazach maszyny operacji arytmetycznych i logicznych, tak więc maszyna mogłaby swoje rozkazy zmieniać i modyfikować. Ta właściwość maszyn otworzyła przed nimi nowe możliwości w zakresie rozwiązywania wielu problemów oraz spraw samosterowania. Pierwszą rzeczywiście ukończoną i uruchomioną maszyną programowaną, czyli komputerem, był EDSAC (Electronic Delayed Storage Automatic Computer) skonstruowany w pracowni zakładu matematyki na Uniwersytecie w Cambridge w 1949 przez zespół pod kierunkiem M. V. Wilkesa.

9. CZY TYLKO LICZĄ?

1. Idea maszynowej kompozycji jest już dość dawna. Jeszcze Wolfgang Amadeusz Mozart opracował zbiór wybranych, ponumerowanych taktów w rytmie 3/8 wraz z zestawieniem reguł ich łączenia, z których przy pomocy kostki do gry jako urządzenia losowego można „komponować” walczyki w stylu Mozarta. W 1956 w USA dokonano pierwszej udanej próby kom-

pozycji, posługując się maszyną matematyczną Datatron. Dwaj programiści Douglas Bolitho i Martin Klein zapisali w pamięci komputera wiele przebojów muzycznych oraz zasady harmonii i kompozycji. Po przeanalizowaniu tego materiału Datatron komponował przeboje muzyczne z szybkością 4000 utworów na godzinę. Do pięciu z nich słowa napisał znany autor tekstów i jedna z piosenek *All angels blue* stała się szlagierem sezonu. Później okazało się, że w ten sposób można komponować szereg różnych melodii, zwłaszcza nieskomplikowanych, typu: kołysanek, piosenek kowbojskich, marszy wojskowych itp. W jaki sposób odbywa się takie komponowanie? Otóż, w pamięci maszyny umieścić musimy dużo melodii pożądanego typu, np. fokstrotów. Maszyna losowo wybierze nutę lub kilka nut i przeszuka cały posiadany materiał w poszukiwaniu możliwych połączeń z następną frazą, po czym znów losowo wybierze jedną możliwość itd. Jeżeli maszyna będzie generowała zawsze tylko jedną nutę, to powstała muzyka będzie niezbyt przyjemna dla ucha. przy zbyt dużej długości frazy maszyna będzie z zapamiętanych utworów zbyt dużo cytować i może powstać muzyczny plagiat. Trzeba więc wybrać pośrednią długość frazy, co — jak sprawdzono — daje dość dobre efekty. W chwili obecnej kompozycja maszynowa nie ma praktycznego zastosowania, choć przewiduje się, że w przyszłości może ona być pomocna w pracy kompozytora — człowieka. Może ona wykonywać np. uciążliwą pracę przepisywania tekstu nut z jednej tonacji na drugą, i to bez pomyłek.

2. Już w 1926 Sidney L. Pressey opatentował w USA swoją maszynę egzaminującą. Obecnie jest wiele programów opracowanych w celu przeprowadzenia egzaminów. od najprostszych do najbardziej skomplikowanych. W najprostszym przypadku komputer wyświetla egzaminowanemu pytanie i cztery możliwości odpowiedzi, ten zaś ma nacisnąć guzik odpowiadający właściwej odpowiedzi. Komputer zlicza odpowiedzi prawidłowe i w zależności od ich liczby wystawia stopień. W bardziej skomplikowanych programach w przypadku nieudzielenia dobrej odpowiedzi komputer stawia pytania naprowadzające, w innych „wyczuwa" słabą stronę egzaminowanego nieszczęśnika i z tego zakresu przede wszystkim stawia pytania. Jednakże ze względu na pracochłonność opracowywania odpowiednich programów i koszty pracy komputera, taką metodę stosuje się teraz raczej tylko eksperymentalnie.

3. Analiza utworów literackich wchodzi w zakres badań lingwocybernetyki, a ściślej językoznawstwa matematycznego. Dzięki analizie statystycznej utworów literackich udało się ustalić pewne rzeczy dla historii literatury niejasne. Tak np. amerykański filolog J. McDonaugh stwierdził, że charakterystyki statystyczne (tzn. częstość pewnych słów, sposób ich łączenia itp.) całego tekstu *Iliady* są przeważnie stałe, co prowadzi do wniosku, że został on napisany przez jednego człowieka. Podobnie stwierdzono, że nie wszystkie listy przypisywane św. Pawłowi były dziełem jednego autora. Francuski filolog Pierre Guineaud odtworzył pewne utracone miejsca rękopisu św. Augustyna, a polska matematyczka A. Bartkowiakowa ustalała autorstwo anonimowych dzieł literackich. Maszyna realizując te zadania otrzymywała zakodowany materiał literacki, opracowywała jego charakterystyki statystyczne, a następnie albo porównywała między sobą charakterystyki poszczególnych fragmentów, albo porównywała je ze znanymi typowymi utworami innych pisarzy, albo wreszcie budowała sama kombinacje słów do zapełnienia pustych miejsc, pilnując, aby nie różniły się statystycznie od pozostałych fragmentów.

4. Do postawienia diagnozy, nie tylko lekarskiej, ale np. w technice, można posłużyć się komputerem. W jego pamięci umieszcza się spis objawów wielu chorób. Po podaniu danych o objawach stwierdzonych u chorego komputer z dużą szybkością stwierdzi, przez porównanie danych objawów z zapamiętanymi, o jaką chorobę może w tym przypadku chodzić. Oczywiście, ponieważ u każdego człowieka ta sama choroba może przebiegać inaczej, ostatnie słowo musi należeć do lekarza. Pomoc komputera zmniejszy jednak ryzyko pominięcia możliwości wystąpienia rzadkiej choroby, co zdarza się rutynowanym lekarzom.

5. Rozszyfrowywanie nieznanych tekstów jest jeszcze jedną z wielu dziedzin, w których użytecznym narzędziem jest komputer. Owo rozszyfrowywanie odnosi się zarówno do „łamania" szyfrów przeciwnika, jak i do odczytywania tekstów zapisanych nieznanymi pismami. Jak już wspomniano, każdy język ma pewne stałe cechy statystyczne, np. częstość występowania poszczególnych liter, słów, czyli pewną charakterystykę statystyczną. Mając więc zaszyfrowany, dostatecznie długi tekst i znając język, w którym tekst był sformułowany, możemy przy pomocy komputera go

rozszyfrować. Podobnie, znając częstość występowania liter i sposoby ich łączenia w języku angielskim, choć nie mając do dyspozycji komputera, postępował Sherlock Holmes odczytując zaszyfrowany tekst w opowiadaniu pt. *Tańczące sylwetki*. Oczywiście komputer wykonuje tego rodzaju pracę szybciej i dokładniej, rozpatrując wszelkie możliwości. W 1964 uczonym radzieckim pracującym w Nowosybirsku udało się przy pomocy komputera odczytać, choć nie do końca, pismo Majów. Rozszyfrowano ok. 40% tekstu, a zasada pracy komputera była taka, jak opisano wyżej (w tym przypadku sytuacja była o tyle dobra, że Majowie żyjący do dziś w Meksyku i Gwatemali używają swego języka, choć pismo uległo zapomnieniu).

6. Tłumaczenie z języków obcych przy pomocy komputera rozpoczęli w 1954 Amerykanie tłumacząc na maszynie IBM-701 ok. 60 zdań z języka rosyjskiego na angielski. Jednakże maszyna ta tłumaczyła tak jak człowiek nie znający języka i posługujący się słownikiem — słowu w języku rosyjskim przypisywała słowo w języku angielskim. Od 1960 roku maszyna tłumaczy w sposób niedoskonały, ale jednak tłumaczy, numer moskiewskiej „Prawdy" na angielski z szybkością 1800 słów na minutę. Dopiero niedawno maszyny zaczęły sobie radzić z problemami tłumaczenia idiomów z jednego języka na drugi. Dotychczas tłumaczenia dokonywano gromadząc w pamięci komputera zasób słów i zwrotów oraz reguł gramatyki, fleksji itd., a następnie tłumacząc przez odpowiednie podstawienia. Nowy schemat przekładu opiera się na fakcie, że każdy język ma jakby dwie postacie. Postać pierwsza, to ta, którą znamy od dziecka, język, którym posługujemy się na co dzień, druga postać — pewien abstrakcyjny semantyczny język, nierozerwalnie związany z tym pierwszym, ale nie tożsamy z nim — bazuje on na rzeczywistości, która jest podstawą tego pierwszego. Tak więc przekład z naturalnego języka angielskiego na naturalny język polski wyglądałby następująco: z naturalnego języka angielskiego na język angielski podstawowych związków, następnie z tego języka na język polski podstawowych związków i dopiero z niego na naturalny język polski. W obecnej chwili możemy jednak mówić o tłumaczeniu tekstów z jednego języka na drugi tylko w warunkach laboratoryjnych i w stosunku do bardzo dobrze przygotowanych tekstów.

7. Ostatnio w państwach Europy Zachodniej i Ameryki Północnej często reklamują się biura ma-

trymonialne operujące komputerem. Tymczasem w tym wypadku komputer wyłącznie przyspiesza odnalezienie odpowiadających sobie kandydatów. Każdy z klientów tego biura wypełnia tasiemcową ankietę dotyczącą z jednej strony jego własnych cech, z drugiej zaś pożądanych cech partnera. Komputer wyszukuje te ankiety, które nawzajem do siebie pasują. Jednakże może się czasem okazać, że ludzie tak dobrani wcale się sobie nie podobają, albowiem trudno jest uchwycić i sprecyzować nawet wszystkie swoje cechy, a jeszcze trudniej cechy przyszłego partnera.

8. Na podstawie statystycznej analizy języka komputer „nauczył się" pisać wiersze. Komputer, zgodnie z programem, może układać zdania z zapasu słów, które znajdują się w jego pamięci. Wybiera on bliskoznaczne słowa, wszystkie słowa układa według prawideł gramatyki w zdania, wykorzystując rozkazy programu. Za podstawę „twórczości" służy pierwotny tekst wprowadzony do pamięci komputera. Praca nad wierszem przebiega cyklami, po każdym cyklu powtórzenia programu komputer rozszerza podstawowy tekst. Rozszerzając, odchodzi od niego coraz dalej i dalej, ale w miarę, by nie dojść do absurdu.

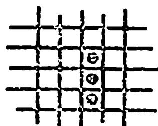
9. Każdy złodziej, włamywacz czy oszust wybiera sobie zajęcie zgodne ze swymi zdolnościami, a przede wszystkim — z tradycją przekazaną mu przez osobę, która wprowadziła go w środowisko przestępcze. Bardzo rzadko zmienia on specjalność i metody pracy. Jeżeli organa śledcze otrzymają szereg protokołów zawierających opisy kilku przestępstw dokonanych w jednakowy sposób, wówczas komputer może ustalić, że działała jedna szajka lub jeden człowiek. Następnie na podstawie przechowanych w pamięci danych o starych, wykrytych sprawach ustala się konkretny rys przestępcy — jego pseudonim, prawdziwe nazwisko i tym podobne dane, pozwalające go ująć i unieszkodliwić.

10. Komputer w przedsiębiorstwie jest użyteczny w wielu wypadkach. Zarówno przy rozwiązywaniu zagadnień globalnych całego przedsiębiorstwa, jak i na poszczególnych stanowiskach pracy. Przy pomocy komputera ustala się optymalne wielkości produkcji poszczególnych artykułów, wielkości zatrudnienia, zapasów materiałowych itd. Można też opracować metody optymalnego rozdziału pracy na poszczególne maszyny, optymalnego wykorzystania materiałów itp.

---

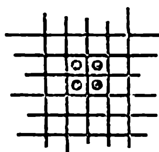
10. ZABAWA W „ŻYCIE"

1. Po 10 latach nasz „wielokropek" jest ustawiony pionowo:

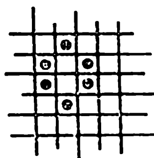


Łatwo sprawdzić, że „życie" „wielokropka" przebiega oscylacyjnie, na przemian „poziomo" i „pionowo".

2. Ten „organizm" jest bardzo stabilny — zawsze ma jednakową postać, po 10 latach wygląda podobnie jak na początku:



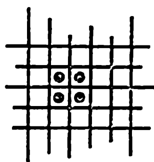
3. Po 10 latach ten „organizm" osiągnie postać „wielokąta":



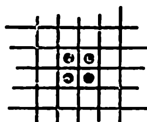
Cierpliwy Czytelnik zapewne sprawdził, że swoją ostateczną postać „organizm" osiągnął jednak już wcześniej — w czwartym roku.

4. Po 10 latach nasz „organizm" już nie „żyje". „Umarł" zresztą wcześniej, bo po 6 latach.

5. „Organizm" ten już w drugim roku osiąga stabilną postać, z którą spotkaliśmy się w drugiej zagadce:

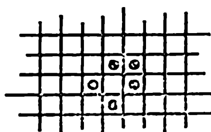


6. Po 10 latach naszego „organizmu" nie będzie, wymrze już po 4 latach. Ciekawe, czy Czytelnikowi nasuwa się także takie skojarzenie — nasz „organizm" jest jakby zdrowym, stabilnym „organizmem":

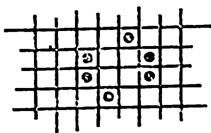


„zaatakowanym" przez obcą komórkę (raka?).

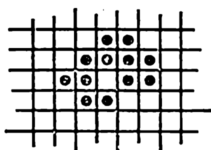
7. W tym przypadku sposób „zaatakowania" „organizmu" przez obcą komórkę okazał się mniej groźny w skutkach dla samego „organizmu". „Organizm" osiągnął pewną nową stabilną postać już w drugim pokoleniu:



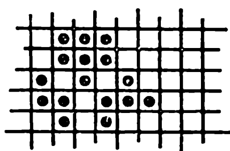
8. „Organizm" ten oscyluje, zmieniając po roku postać, by powrócić do postaci sprzed dwóch lat. Po 10 latach przyjmie tę drugą postać:



9. Losy tego „organizmu" nazwanego przez Conwaya „statkiem kosmicznym" okazują się dość ciekawe. Otóż, statek ten przemieszcza się z miejsca na miejsce, pozostawiając za sobą ginącą smugę, podobnie jak rakieta kosmiczna. Oto jego wygląd po 10 latach:



10. „Organizm" ten sprawia wrażenie ciągle zmieniającego się, rozwijającego się, ciągle tworzy nowe konfiguracje na papierze. Po 10 latach wygląda następująco:



Okazuje się jednak, że wiecznie się nie rozwija. Jak sprawdzono za pomocą komputera, w 1103 pokoleniu rozpada się na 25 części, z których część jest stabilnych, część oscylujących. Może jednak Czytelnikowi uda się znaleźć taki „organizm", który by wiecznie przyjmował nowe postacie, innymi słowy wiecznie się rozwijał, nigdy nie wymarł i nie popadł w oscylację lub stan stabilny. Autorom tej książki nie udało się takiego znaleźć.

11. „KRÓLOWA BONA UMARŁA"

1. Mniej informacji daje nam pierwsza wiadomość, gdyż bardziej prawdopodobne jest wyrzucenie orła monetą (prawdopodobieństwo to wynosi 1/2) niż wypadnięcie na kostce szóstki (tu prawdopodobieństwo wynosi 1/6). Innymi słowy, byłoby łatwiej nam zgad-

nąć, że wypadł orzeł, bo w rzucie monetą mogą zajść tylko 2 możliwości, niż zgadnąć, że w rzucie kostką wypadła szóstka, bo tu istnieje 6 możliwości.

2. Wiadomość, że Andrzej urodził się w niedzielę, dokonuje wyboru jednej z 7 możliwości (że urodził się w poniedziałek, wtorek itd.), natomiast wiadomość, że Marek urodził się pod znakiem Ryb, stanowi jedną z 12 możliwości (bo tyle jest znaków zodiaku). W takim razie ta ostatnia wiadomość zawiera więcej informacji.

3. Wiadomość, że w klasie jest 20 dziewcząt i 10 chłopców, zawiera tyle samo informacji, co wiadomość, że w klasie jest 30 uczniów, w tym 20 dziewcząt i 10 chłopców, ponieważ przez przetworzenie tej pierwszej informacji (dodanie dwóch liczb) możemy uzyskać wiadomość o całkowitej liczbie uczniów. Tak więc druga wiadomość zawiera pewien nadmiar informacji, jednakże nadmiar taki jest korzystny wówczas, gdy wiadomość może ulec zniekształceniu. Jeżelibyśmy od kogoś otrzymali drugą wiadomość i nie dosłyszelibyśmy, ilu jest chłopców, to moglibyśmy to sobie obliczyć (przez proste odejmowanie), natomiast gdybyśmy otrzymali pierwszą wiadomość i gdyby została zniekształcona, to nie wiedzielibyśmy, ilu jest chłopców.

4. Aby zdać sobie sprawę z ilości informacji, jaką przekazuje obraz telewizji, musimy odwołać się do jego struktury. Obraz taki może być przedstawiony jako układ czarnych, białych i szarych kropek (w przypadku telewizora czarno-białego), złożony w przybliżeniu z 500 wierszy i 600 kolumn. Przyjmiemy, że każda z tych $500 \times 600 = 300\,000$ kropek może zajmować jeden spośród 10 rozróżnialnych poziomów jasności, wobec czego istnieje $10^{300\,000}$ różnych możliwych obrazów telewizyjnych. Jeśli każdy z takich obrazów jest jednakowo prawdopodobny, to prawdopodobieństwo p przesłania danego obrazu wynosi zaledwie $1/10^{300\,000}$, więc ilość informacji I zawarta w obrazie tego typu jest duża i można ją nawet obliczyć za pomocą wzoru Shannona:

$$I = -\log_2 p = -\log_2 1/10^{300\,000} = 10^6 \text{ bitów}$$

Porównajmy teraz tę ilość informacji z ilością informacji zawartej w 1000 słów spikera radiowego. Przyjmijmy, że spiker dysponuje słownikiem o objętości 10 000 słów i że wybiera w zupełnie przypadkowy sposób 1000 słów z tego słownika. Wtedy istnieje

$10\,000^{1000}$ możliwych ciągów słów, tzn. mniej niż możliwych obrazów telewizyjnych. 1000 słów spikera daje więc mniej informacji niż jeden obraz telewizyjny, bo tylko około $1{,}3 \cdot 10^4$ bitów. Zawartość informacyjną obrazu telewizyjnego równoważyłoby dopiero około 100 000 słów spikera. Musimy sobie jednak uświadomić, że w praktyce nie wszystko, co podaje obraz telewizyjny. jest dla widza istotne, a nawet można powiedzieć, że tylko niewielka część z tych 10^9 bitów. Dlatego do przekazania tych istotnych wiadomości potrzeba w rzeczywistości niewielu słów spikera.

5. Wylosowanie konkretnych 6 liczb z 49 jest jedną z 33 983 816 możliwości, natomiast liczba, która wypadła w ruletce, jest jedną z 36 możliwych. W takim razie komunikat o wylosowanych w totolotku liczbach niesie o wiele więcej informacji niż wiadomość o liczbie, która wypadła w ruletce.

6. Zarówno przedszkolak zna bajkę o Jasiu i Małgosi, jak i maturzysta *Odę do młodości*. Ale o ile maturzysta zna litery i potrafi na ogół „wystukać" coś na maszynie do pisania, to przedszkolak nie umie na ogół pisać liter, a tym bardziej napisać sensownego tekstu na maszynie. Wiadomość o tym, że jakiemuś przedszkolakowi udało się wystukać na maszynie do pisania bajkę o Jasiu i Małgosi, niosłaby bardzo dużo informacji, gdyż jest niezwykle mało prawdopodobna, prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest praktycznie równe 0. Natomiast prawdopodobieństwo napisania przez maturzystę *Ody do młodości* jest na pewno większe.

7. Wiadomość o tym, że na Saharze jest piasek, nie niesie żadnej informacji, każdy wie, że Sahara jest pustynią i jest na niej piasek, natomiast wiadomość o tym, że na Jowiszu jest woda, na pewno zawiera jakąś ilość informacji, ponieważ nie wiemy, czy na Jowiszu jest woda, czy nie. Jaką ilość informacji zawierałaby taka wiadomość, byłoby nam trudno oszacować, ponieważ trudno jest określić w tej chwili nawet prawdopodobieństwo tego faktu.

8. Plemnik ludzki zawiera około 10^{12} bitów informacji określającej wrodzone cechy człowieka. Ta ilość informacji odpowiada ilości informacji zawartej w książkach biblioteki złożonej z około 100 000 tomów.

9. Ponieważ w chwili obecnej istnienie życia na Uranie i na Plutonie uważa się za równie mało praw-

dopodobne, wiadomość o znalezieniu śladów życia na którejkolwiek z tych planet zawierałaby tyle samo informacji.

10. Wiadomość, że woda w czajniku po pewnym czasie zagotowała się, nie jest żadną rewelacją i śmiało możemy powiedzieć, że nie zawiera żadnej informacji. Zupełnie inaczej musimy się odnieść do drugiej wiadomości, że woda postawiona na gazie po pewnym czasie zamarzła. Na pewno takiej wiadomości nie spodziewaliśmy się, ale po szybkim przewertowaniu w pamięci wszystkich swoich wiadomości z fizyki doszlibyśmy do wniosku, że choć zdarzenie takie jest mało prawdopodobne, to jednak nie niemożliwe. Sama wiadomość dałaby nam maksimum informacji, wzór Shannona powiada, że nieskończenie wiele.

12. PARĘ WARIACJI NA TEMAT TRANSFORMACJI

Możliwe odpowiedzi:

1. jajko ugotowane na miękko w jajko ugotowane na twardo
2. polano w popiół
3. cylinder napełniony mieszaniną par benzyny i powietrza w cylinder wypełniony płomieniem
4. materiał w spodnie
5. jajo jednokomórkowe w jajo dwukomórkowe
6. obłok kłębiasty w burzę
7. skupione mgławice w rozproszone
8. dziecko w dojrzałego człowieka
9. idea w dzieło
10. ryby triasowe we współczesne

13. „STEROWANIE JEST KONIECZNOŚCIĄ"

1. Każdy wie, że sterować można statkiem, koniem, czy nawet człowiekiem, ale trzeba uświadomić sobie, że sterować można nie tylko obiektami materialnymi, ale też i przebiegiem procesu. Sterować możemy więc np. produkcją, przebiegiem reakcji chemicznej, jak również obiektami abstrakcyjnymi, jak np. państwem czy procesem nauczania.

2. Zwróćmy uwagę na fakt, że w definicji sterowania wskazuje się na wywieranie pożądanego wpływu. Nieostrożne, więc niecelowe stąpnięcie, choć może spowodować obsunięcie się lawiny kamieni bądź śniegu — nie jest sterowaniem. Gdyby, powiedzmy, jakiś złośliwy turysta stąpnął mocniej w celu spowodowania lawiny, wtedy moglibyśmy mówić o sterowaniu.

3. Sterować możemy każdym układem bez względu na jego charakter fizyczny, musi on wykazywać koniecznie tylko jedną cechę, a mianowicie mieć przynajmniej jedno wejście informacyjne. Jeżeliby go nie miał, nie byłoby możliwe wywieranie jakiegokolwiek wpływu na taki układ, tym bardziej celowego, jakim jest sterowanie.

4. Oczywiście, że tak — sterowanie może spełniać także „skromną" rolę zainicjowania pewnego procesu (podobnie jak przyciśnięcie guzika w zautomatyzowanym zakładzie produkcyjnym). Starter nie ma wpływu na dalszy przebieg walki na bieżni, ale przecież od niego zależy, czy zawodnicy w ogóle wystartują.

5. Nie może. W cybernetycznym ujęciu proces sterowania jest w istocie procesem informacyjnym — informacje są przenoszone od układu sterowanego do układu sterującego i odwrotnie. Każdy proces sterowania związany jest z reguły z przekazywaniem, gromadzeniem, przetwarzaniem informacji charakteryzującej układ sterowany, otoczenie, program pracy itd. Oczywiście w różnych procesach sterowania mogą występować różnej natury nośniki informacji: dźwiękowe, świetlne, mechaniczne, elektryczne, chemiczne itp. Jednakże bez względu na charakter nośnika informa-

cji same procesy przekazywania podlegają takim samym prawom.

6. Nie. Lekkie naciśnięcie przycisku palcem może spowodować wybuch, który zniszczy cały masyw górski, chociaż siła naciśnięcia wystarczy zaledwie do rozgniecenia komara. Owo naciśnięcie jest sygnałem informacyjnym powodującym zadziałanie układu, sygnałem takiego samego typu jak przytoczony poprzednio strzał startera. Efekt działania sygnału informacyjnego może być, jak widać, nieporównywalnie duży w porównaniu z energią własną samego sygnału. W naszym przykładzie sygnał wyzwala tylko energię, którą zawiera układ.

7. Tak. Niedziałanie to również rodzaj sterowania. Jeżeli przebieg procesu jest pożądany, nie ma potrzeby ingerencji i sterować można wówczas przez zaniechanie działania.

8. Nie. Aby sterować jakimś układem, nie jest konieczne bezpośrednie oddziaływanie na obiekt. Można np. zamiast bezpośrednio sterować samolotem zaprogramować automatycznego pilota, który będzie sterował samolotem realizując opracowany poprzednio program.

9. Na ogół tak, choć nie zawsze. Palacz podsypujący węgiel do pieca musi spoglądać na termometr wskazujący temperaturę, by wiedzieć np., jak wielka ma być porcja paliwa. Znajomość temperatury pomaga mu lepiej sterować piecem. Z drugiej strony wiadomo, że nie trzeba sprawdzać, np. drogą telefoniczną, czy list wrzucony do skrzynki pocztowej dotarł do adresata.

10. Nie. Mianem „sterowania" można określić tylko oddziaływanie celowe, tzn. mające konkretny, znany nam wcześniej cel.

14. PRZEDMIOT CZY PODMIOT

1. Układem sterowanym jest ogólnie mówiąc ruch uliczny, w szczególnym przypadku np. potok pojazdów przejeżdżających przez skrzyżowanie. Układem sterującym jest najczęściej milicjant albo szafka sterująca sygnalizacji świetlnej (sterująca światłami na skrzyżowaniu).

2. W procesie sterowania statkiem układem sterującym jest człowiek (kapitan statku), który ustala kurs statku, jego prędkość i inne parametry, natomiast układem sterowanym jest poddany jego dowództwu statek.

3. Obrabiarka sterowana numerycznie jest przedmiotem oddziaływania, czyli układem sterowanym. Układem sterującym jest w tym przypadku zakodowany program obrabiania danego elementu. Jeżeliby jednak wyjść poza samą obrabiarkę i rozpatrzyć układ człowiek—obrabiarka, to układem sterującym będzie w tym przypadku człowiek układający program dla obrabiarki.

4. Układem sterowanym w procesie zaopatrywania sklepów jest stan zaopatrzenia sklepu: asortyment i ilość towaru. Układ sterujący należy rozpatrywać w dwojaki sposób — w warunkach rynku producenta jest nim producent, od którego woli zależy, ile i jakie towary sklep otrzyma, w warunkach rynku konsumenta — społeczeństwo, od którego wymagań zależy asortyment, a także ilość towarów, które mają być dostarczone do magazynu sklepowego.

5. Od czasów Pawłowa wiadomo, że proces wydzielania śliny może być pobudzony przez sygnał bezpośredni, tzn. np. smak czy zapach pokarmu, jak również pośrednio w przypadku wyrobionego odruchu warunkowego poprzez np. dźwięk dzwonka czy zapalenie światła. W obu tych przypadkach gruczoły ślinowe (układ sterowany) podlegają sterowaniu wyłącznie ze strony układu nerwowego (układ sterujący) człowieka czy zwierzęcia.

6. Układem sterującym w komputerze jest pamięć operacyjna, w której zapisany jest program oraz dane. Sterowaniu podlega arytmometr, urządzenia wyjścio-

we oraz — o ile się z niej korzysta — pamięć zewnętrzna.

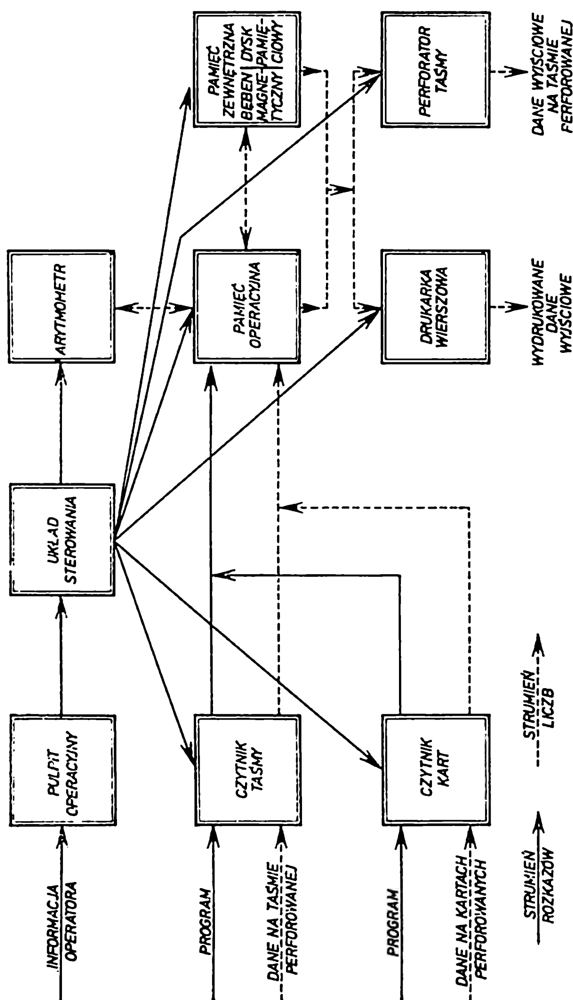
7. Układem sterującym jest kierownictwo przedsiębiorstwa, które ustala strategię działania przedsiębiorstwa we wszystkich aspektach. Układami sterowanymi są wszystkie sfery działalności przedsiębiorstwa — produkcja, administracja itd. Jeżeli jednak patrzyć na przedsiębiorstwo z szerszej perspektywy jako na układ względnie odosobniony, to moc sterującą ma plan powstały na wyższym szczeblu gospodarki narodowej, układem sterowanym zaś jest przedsiębiorstwo jako całość.

8. W procesie zachowania równowagi chemicznej organizmu decydującą rolę odgrywa działanie gruczołów dokrewnych. Są one w tym przypadku układem sterującym, sterowaniu zaś podlega stężenie w organizmie ludzkim różnych ważnych dla zdrowia człowieka substancji chemicznych.

9. W procesie rządzenia państwem w ustroju demokratycznym nie można jednoznacznie określić, co jest układem sterującym, a co sterowanym. Wprawdzie rząd i parlament wydając odpowiednie ustawy, dekrety i rozporządzenia sterują społeczeństwem, ale jednocześnie i społeczeństwo poprzez działanie opinii społecznej oraz możliwość wyboru i zmiany władz oddziałuje na postępowanie rządu.

10. Proces rozdziału energii elektrycznej jest typowym przykładem wielopoziomowego układu sterowania. Główna rozdzielnia mocy steruje ilością energii dostarczanej do stacji transformatorów, a przez to steruje też i samymi stacjami. Z kolei stacje transformatorów rozdzielają energię na popszczególne podstacje, sterując ich działaniem itd. A więc w tym przypadku zależnie od poziomu sterowania dany układ może być bądź układem sterującym, bądź sterowanym.

15. KOMPUTER OD ŚRODKA



16. CIEKAWE NAZWY

1. Mianem szumu określa się zakłócenia powstające przy przekazywaniu informacji. Pojęcie to wywodzi się ze zjawiska szumu znanego nam z życia codziennego. Na przykład w czasie rozmowy na ruchliwej ulicy stwierdzamy, że „szum nie pozwala nam zrozumieć naszego rozmówcy". Oczywiście na ten szum składają się głosy przechodniów, pisk tramwaju, warkot silników samochodowych i inne dźwięki. Biały szum to pojęcie analogiczne do znanego z fizyki „światła białego". Tak jak białe światło jest ciągłą mieszaniną promieni o różnych długościach fali, tak biały szum stanowi mieszaninę różnych możliwych zakłóceń.

2. „Cyborg" powstał z połączenia słów „cybernetyka" i „organizm". Słowem tym określa się człowieka, którego niesprawne narządy wewnętrzne zostały zastąpione przez urządzenia techniczne. W pewnym sensie cyborgiem jest człowiek, któremu podłączono na czas operacji sztuczne płuco-serce. Cyborgizacja, czyli przekształcenie człowieka w cyborga, może mieć duże znaczenie w przypadku ludzi chorych, którym wszczepiano by np. sztuczne serce czy sztuczną nerkę dla zastąpienia własnych chorych organów. Z cyborgizacją wiąże się też nadzieja na przystosowanie człowieka do życia w nietypowych warunkach, np. bez skafandra w przestrzeni kosmicznej, na innych planetach itp. Motyw cyborga jest często wykorzystywany w powieściach fantastyczno-naukowych.

3. Punkt siodłowy jest pojęciem z zakresu teorii gier. Przypuśćmy, że Adam i Bronek grają w następującą grę: obaj piszą na kartce jednocześnie cyfrę 0 lub 1. Jeżeli obaj napiszą 0, to żaden z nich nie wygrywa, jeżeli jeden z nich napisze 0, a drugi 1, to ten, który napisał 0, wygrywa złotówkę, natomiast gdy obaj napiszą 1, Adam wygrywa 2 zł. Jeżeli Adam postanowi pisać 0, to w najgorszym razie nic nie przegra i nic nie wygra; w przypadku gdyby napisał 1, może wprawdzie wygrać 2 zł, ale może i przegrać złotówkę, tak że w najgorszym razie przegra złotówkę. Bronek, gdy będzie pisać 0, w najgorszym razie zremisuje, a może i wygrać złotówkę, natomiast gdy wybierze 1, traci 1 lub nawet 2 zł. W takim razie prawdopodobnie obaj zdecydują się pisać 0, ponieważ w najgorszym razie nic nie tracą. Jeżeli zaistnieje taka sytuacja, jak

opisana wyżej, że dla każdego gracza istnieje jeden tylko najlepszy sposób postępowania, to mówi się, że gra ma punkt siodłowy. W przypadku takim, jeżeli jeden z graczy zrezygnowałby ze swojej najlepszej strategii, drugi gracz wygrałby daną partię. Oczywiście, jeżeli gra ma punkt siodłowy i jest on znany (tzn. znane są sposoby najlepsze dla każdego gracza), jest ona zupełnie nieinteresująca, ponieważ — jak w naszym przypadku — Adam i Bronek będą wypisywać same zera, nic sobie nawzajem nie płacąc.

4. Mianem sterowania „bang-bang" określa się rodzaj sterowania czasooptymalnego. Mamy przeprowadzić obiekt z jednego stanu do drugiego (zadanego) w jak najkrótszym czasie, dysponując sygnałem o ograniczonej wielkości. Z analizy teoretycznej tego zadania wynika, że należy stosować przez określone odcinki czasu na przemian sygnał o maksymalnej możliwej wielkości, raz ujemny, raz dodatni.

5. „Wąskie gardło" jest pojęciem stosowanym w zagadnieniach przesyłania zarówno rzeczy materialnych, jak i informacji. Oznacza ono to ogniwo w systemie, które charakteryzuje się najmniejszą przepustowością, tzn. przepuszcza najmniej sygnałów w jednostce czasu. Potocznie nazwą „wąskie gardło" określa się odcinek arterii komunikacyjnej zwężony i powodujący powstawanie w tym miejscu „korków" komunikacyjnych.

6. Taką nazwą określa się metodę poszukiwania rozwiązania różnych zagadnień (głównie z zakresu optymalizacji) poprzez skonstruowanie sztucznego procesu losowego o parametrach równych szukanym wielkościom. Przybliżone wartości tych wielkości otrzymuje się przez obserwację procesu losowego i obliczenie jego charakterystyk statystycznych. Sztuczny proces losowy realizuje się głównie przy użyciu mechanizmu losowego (np. kości do gry lub ruletki, stąd nazwa metody — od miasta Monte Carlo znanego z domów gry w ruletkę), ale także komputera. Szukana wielkość może być np. równa wartości oczekiwanej pewnej zmiennej losowej, wtedy jej obliczenie metodą Monte Carlo polega na n-krotnym wylosowaniu wartości zmiennej losowej podczas serii niezależnych prób i obliczenie średniej arytmetycznej wartości otrzymanych z próby, ponieważ przy dostatecznie dużej liczbie obserwacji średnia arytmetyczna równa się z pewnym przybliżeniem wartości oczekiwanej. Termin „metoda

Monte Carlo" został użyty po raz pierwszy w 1949 przez Metropolisa i Ulama w pracy *The Monte Carlo Method.*

7. Liczba stopni swobody jest to najmniejsza liczba parametrów (współrzędnych) określająca jednoznacznie stan układu.

8. Ścieżka krytyczna jest terminem bardzo często występującym w badaniach operacyjnych. W celu wyznaczenia optymalnego sposobu realizacji jakiegoś zadania wyodrębnia się najpierw zbiór czynności, jakie muszą być wykonane, by zadanie zostało zrealizowane. Czynności te przedstawia się w badaniach operacyjnych w postaci sieci, w której zaznaczone jest następstwo czasowe poszczególnych czynności. Każdy ciąg czynności w sieci zaczynający się od pierwszej czynności w całym przedsięwzięciu, a kończący się na ostatniej, nazywa się ścieżką. Ścieżką krytyczną natomiast nazywa się tę ścieżkę, której przejście trwa najdłużej, albo tę, przez którą przejście jest najbardziej kosztowne.

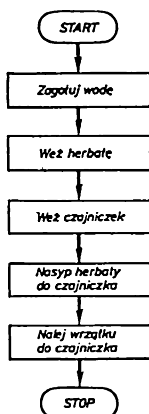
9. Ogólnie biorąc, reżym pracy, to sposób funkcjonowania układu. W automatyce mówić więc można o reżymie pracy stabilnej wtedy, gdy układ jest stabilny, oraz o reżymie pracy niestabilnej, gdy układ jest niestabilny. Z kolei w maszynach cyfrowych reżym pracy to sposób wykorzystywania jednostki centralnej przez urządzenia zewnętrzne; w reżymie prostym jednostka centralna wykonuje jeden program po zakończeniu poprzedniego, w reżymie podziału czasu możliwe jest w każdej sekundzie naprzemienne wykonywanie kolejnych fragmentów różnych programów.

10. Automatem skończonym nazywamy automat, który pod wpływem oddziaływania sterującego lub zakłócającego przechodzi do jednego spośród skończonej liczby możliwych stanów. Jednym z najprostszych przykładów automatu skończonego jest urządzenie do sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniach ulic. Odpowiedni układ regulacji powoduje zapalenie się światła czerwonego, żółtego lub zielonego. Możliwy jest jeszcze czwarty stan — brak świateł, kiedy urządzenie regulujące światłami jest wyłączone bądź zepsute. Pojęcie automatu skończonego jest szczególnie przydatne dla celów modelowania cybernetycznego nawet złożonych układów, np. układu nerwowego organizmów żywych.

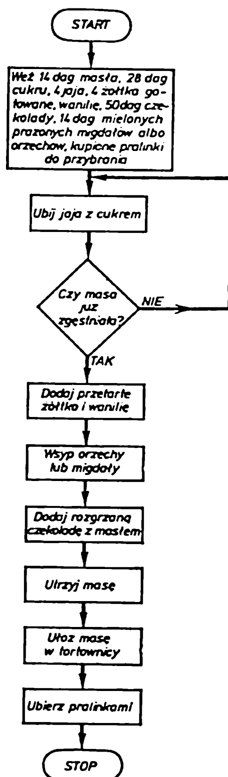
---

17. RECEPTA NA WSZYSTKO

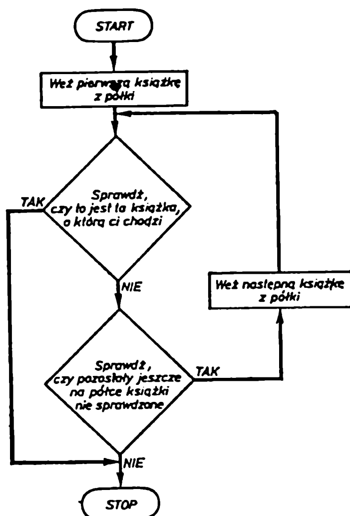
1



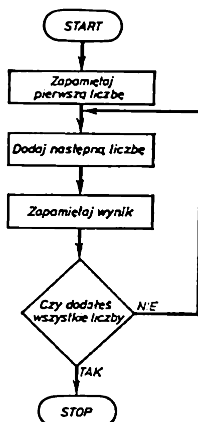
2



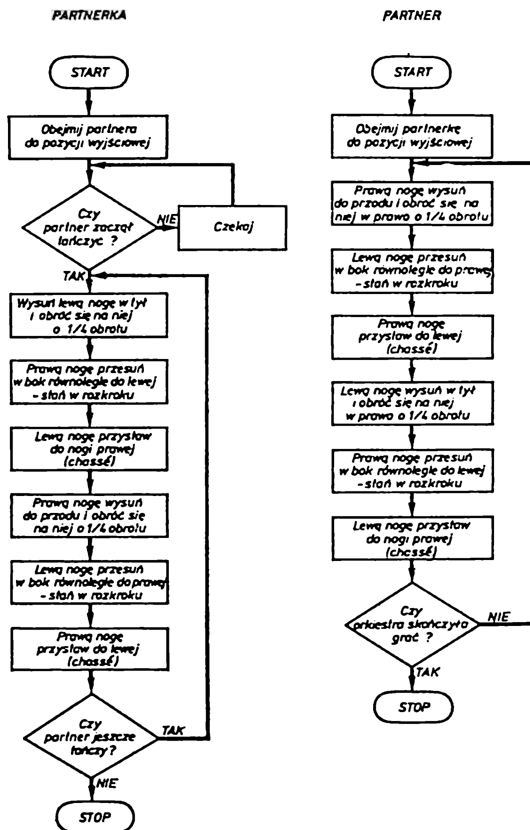
3


START
Weź pierwszą książkę z półki
Sprawdź, czy to jest ta książka, o którą ci chodzi
TAK
NIE
Weź następną książkę z półki
Sprawdź, czy pozostały jeszcze na półce książki nie sprawdzone
TAK
NIE
STOP

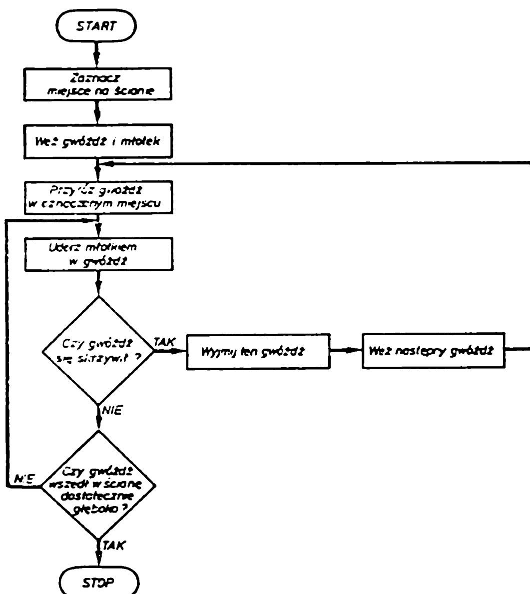
4


START
Zapamiętaj pierwszą liczbę
Dodaj następną liczbę
Zapamiętaj wynik
Czy dodałeś wszystkie liczby
NIE
TAK
STOP

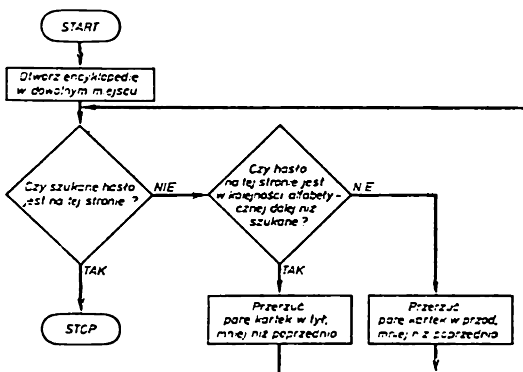
5


PARTNERKA
START
Obejmij partnera do pozycji wyjściowej
Czy partner zaczął tańczyc ?
NIE
Czekaj
TAK
Wysuń lewą nogę w tył i obróć się na niej o 1/4 obrotu
Prawą nogę przesuń w bok równolegle do lewej - stań w rozkroku
Lewą nogę przysław do nogi prawej (chassé)
Prawą nogę wysuń do przodu i obróć się na niej o 1/4 obrotu
Lewą nogę przesuń w bok równolegle do prawej - stań w rozkroku
Prawą nogę przysław do lewej (chassé)
Czy partner jeszcze tańczy?
TAK
NIE
STOP
PARTNER
START
Obejmij partnerkę do pozycji wyjściowej
Prawą nogę wysuń do przodu i obróć się na niej w prawo o 1/4 obrotu
Lewą nogę przesuń w bok równolegle do prawej - stań w rozkroku
Prawą nogę przysław do lewej (chassé)
Lewą nogę wysuń w tył i obróć się na niej w prawo o 1/4 obrotu
Prawą nogę przesuń w bok równolegle do lewej - stań w rozkroku
Lewą nogę przysław do nogi prawej (chassé)
Czy orkiestra skończyła grać ?
NIE
TAK
STOP

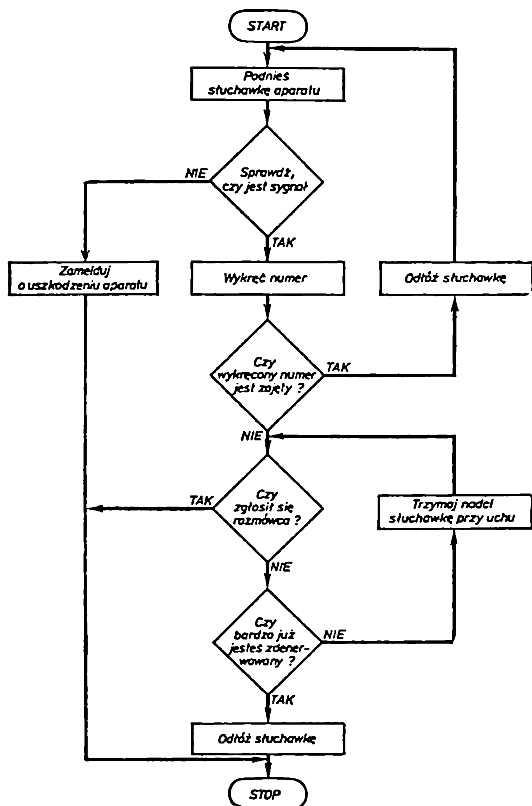
6


START
Zaznacz miejsce na ścianie
Weź gwóźdź i młotek
Przyłóż gwóźdź w zaznaczonym miejscu
Uderz młotkiem w gwóźdź
Czy gwóźdź się skrzywił ?
TAK
Wyjmij ten gwóźdź
Weź następny gwóźdź
NIE
Czy gwóźdź wszedł w ścianę dostatecznie głęboko ?
NIE
TAK
STOP

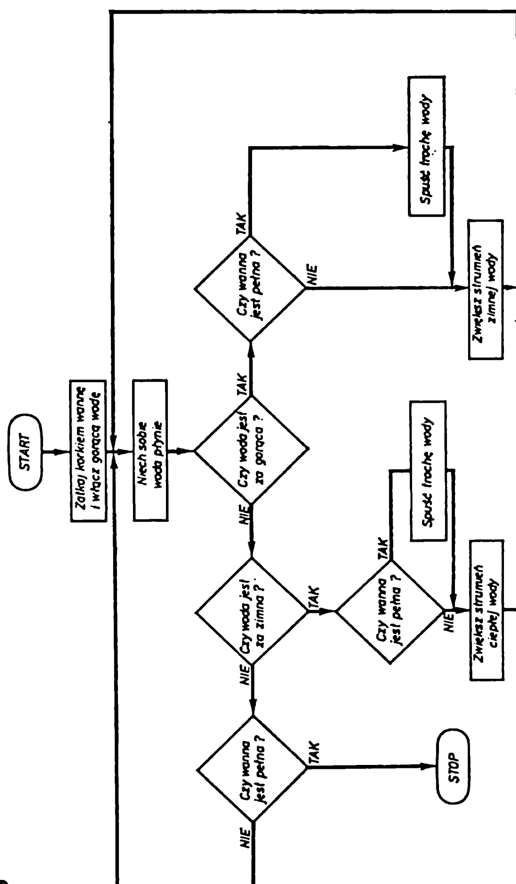
7


START
Otwórz encyklopedię w dowolnym miejscu
Czy szukane hasło jest na tej stronie ?
NIE
Czy hasło na tej stronie jest w kolejności alfabetycznej dalej niż szukane ?
NIE
TAK
TAK
STOP
Przerzuć parę kartek w tył, mniej niż poprzednio
Przerzuć parę kartek w przód, mniej niż poprzednio

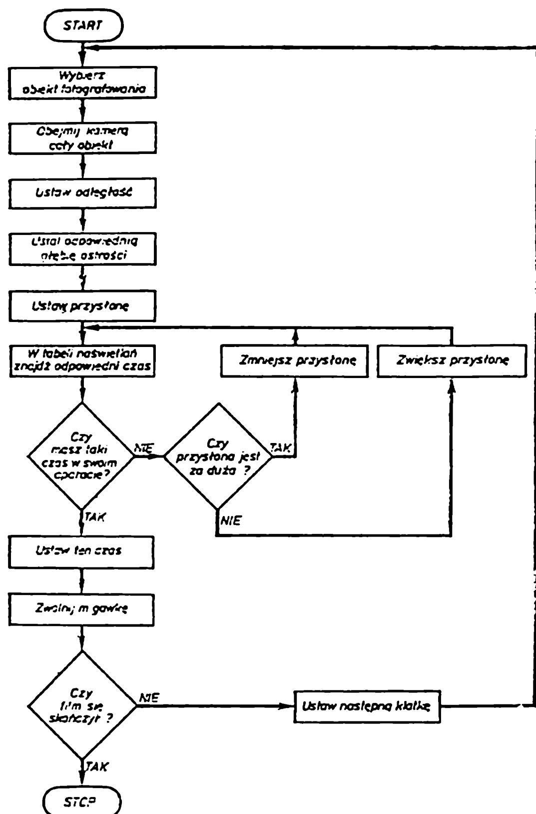
8


START
Podnieś słuchawkę aparatu
Sprawdź, czy jest sygnał
NIE
TAK
Zameldúj o uszkodzeniu aparatu
Wykręć numer
Odłóż słuchawkę
Czy wykręcony numer jest zajęty ?
TAK
NIE
Czy zgłosił się rozmówca ?
TAK
NIE
Trzymaj nadal słuchawkę przy uchu
Czy bardzo już jesteś zdenerwowany ?
NIE
TAK
Odłóż słuchawkę
STOP

9



START
Zatkaj korkiem wannę i włącz gorącą wodę
Niech sobie woda płynie
Czy woda jest za gorąca ?
TAK
NIE
Czy wanna jest pełna ?
TAK
NIE
Spuść trochę wody
Zwiększ strumień zimnej wody
Czy woda jest za zimna ?
TAK
NIE
Czy wanna jest pełna ?
TAK
NIE
Spuść trochę wody
Zwiększ strumień ciepłej wody
Czy wanna jest pełna ?
TAK
NIE
STOP


START
Wybierz obiekt fotografowania
Obejmij kamerą cały obiekt
Ustaw odległość
Ustal odpowiednią głębię ostrości
Ustaw przysłonę
W tabeli naświetlań znajdź odpowiedni czas
Zmniejsz przysłonę
Zwiększ przysłonę
Czy masz taki czas w swoim aparacie?
NIE
Czy przysłona jest za duża ?
TAK
NIE
TAK
Ustaw ten czas
Zwolnij migawkę
Czy film się skończył ?
NIE
Ustaw następną klatkę
TAK
STOP

18. BEZ POMOCY TELEPATII

1. płyta gramofonowa lub taśma magnetofonowa
2. fala elektromagnetyczna
3. taśma perforowana lub karta perforowana
4. fala dźwiękowa i tablica
5. indeks studencki
6. plan miasta
7. książka telefoniczna
8. papierek lakmusowy lub fenoloftaleina
9. czarna polewka
10. DNA (kwas dezoksyrybonukleinowy)

19. OD KOŃCA DO POCZĄTKU

1. Oczywiście statek zaczyna tonąć. Gdy woda wdziera się na statek, ten bardziej zanurza się do wody zwiększając w ten sposób jeszcze bardziej dopływ wody, która jeszcze bardziej obciąża statek itd., aż wreszcie statek zatonie. Tonięcie statku jest typowym przykładem działania sprzężenia zwrotnego dodatniego, w którym rolę wielkości wyjściowej spełnia poziom zanurzenia statku, a wejściowej (sterującej) — strumień wody wpływającej na statek. Zwiększenie sygnału wejściowego powoduje większy sygnał na wyjściu i na odwrót.

2. Gdy tylko masa uranu 235 wyniesie kilogram (jego masa krytyczna), natychmiast powstanie w niej dodatnia zależność zwrotna — rozpada się któreś z jąder atomowych, wydzielają się neutrony, te z kolei

rozszczepiają inne jądra, przez co powstaje jeszcze więcej neutronów itd. — reakcja ma charakter lawinowy.

3. W zbiorniku wody znajduje się pływak, który przy pełnym zbiorniku zamyka przewód doprowadzający doń wodę. Jeżeli ilość wody w zbiorniku zmniejszy się, np. gdy pociągniemy za uchwyt płuczki — pływak opadnie i odsłoni otwór doprowadzający, wody zacznie przybywać, aż do momentu, kiedy pływak znajdzie się na takim poziomie, że zamknie przewód doprowadzający. W tym mechanizmie działania sprzężenia zwrotnego ujemnego efektem (wyjściem) jest poziom wody w zbiorniku, a czynnikiem sterującym (wejściem) — strumień wody dopływający do zbiornika. W wyniku działania sprzężenia zwrotnego ujemnego stabilizowany jest poziom wody w zbiorniku.

4. Z chwilą gdy autobus — nazwijmy go A — zaczął się opóźniać w stosunku do rozkładu jazdy, wymienione trzy czynniki zwiększają się. Im bardziej jest on opóźniony, tym więcej pasażerów spotyka na każdym przystanku; z powodu dużej liczby pasażerów wsiadanie zajmie więcej czasu. Mamy więc tu sprzężenie zwrotne dodatnie. Opóźnienie autobusu ma tendencję rosnącą. Tymczasem autobus B powinien nadjechać w pięć minut po autobusie A. Jednak nie mając początkowego spóźnienia dojeżdża on do przystanków prędzej niż w pięć minut po autobusie A. Znajduje na tych przystankach mniej ludzi, a więc szybciej wchodzą oni do wozu mało obciążonego. Autobus B zyskuje przeto coraz więcej na czasie w stosunku do autobusu A, ma coraz krótsze postoje na przystankach i ostatecznie dogania go (tzw. jazda „stadami"). Jego rozkład jazdy był taki sam jak autobusu A, ale w jednym przypadku efekt ma tendencję rosnącą, w drugim — malejącą. W obu przypadkach mamy do czynienia ze sprzężeniem zwrotnym dodatnim.

5. W wyniku prowadzonych prac, np. nawadniających na terenach objętych okresowymi suszami, można uzyskać wzrost ilości żywności. Ale im bardziej poprawia się odżywianie ludzi, tym bardziej maleje śmiertelność i tym bardziej zwiększa się liczba ludności, co kompensuje uzyskane zwiększenie środków żywnościowych. Występuje tu sprzężenie zwrotne ujemne — efekt „średnia porcja na osobę" jest stabilizowany.

6. Zgodnie z zasadą przeciwdziałania, przy przesuwaniu rdzenia powstaje prąd indukcyjny proporcjonalny do prędkości przesuwania, który będzie przeciwdziałał ruchowi rdzenia, w związku z tym prędkość wysuwania zmniejszy się, zmaleje wówczas i prąd, tym samym i siła przeciwdziałająca, a więc prędkość będzie mogła wzrosnąć, co spowoduje wzrost przeciwdziałania i zmniejszenie prędkości itd. Prędkość przesuwu rdzenia jest więc stabilizowana w wyniku działania sprzężenia zwrotnego ujemnego.

7. Wystarczy zastosować sprzężenie zwrotne dodatnie * — wtedy raz rozpoczęte drgania podtrzymują się same. Na takiej zasadzie działa właśnie generator drgań niegasnących.

8. Oczywiście robaki mają szansę przeżycia, a to dzięki działaniu sprzężenia zwrotnego ujemnego. Im więcej rybek, tym więcej zjadają one robaków, w wyniku czego liczba robaków w stawie maleje i rybki nie mając pożywienia zaczynają ginąć z głodu. Przeciwnie zaś, jeżeli liczba robaków znacznie wzrośnie, to żywią one sobą więcej rybek, które zaczną się szybciej rozmnażać i konsumować więcej robaków. Ustala się więc równowaga pomiędzy tymi dwoma gatunkami zwierząt.

9. Kula umieszczona na powierzchni wklęsłej jest doskonałym modelem równowagi osiąganej za pomocą sprzężenia zwrotnego ujemnego. Taka kula ustabilizuje się w najniższym punkcie powierzchni. Jeżeli zostanie z niego odsunięta, to natychmiast powraca, przy czym siła powstająca na skutek tego właśnie odchylenia sprowadza ją z powrotem do punktu położenia stabilnego.

10. Kula umieszczona na powierzchni wypukłej jest modelem sprzężenia zwrotnego dodatniego, jeżeli bowiem uda nam się umieścić kulę w najwyższym punkcie tej powierzchni, to nie pozostanie tam. Najmniejsze zaburzenie działające w jakimkolwiek kierunku spowoduje zsunięcie się kuli ze wzrastającą prędkością.

---

* Sprzężenie zwrotne dodatnie polega w tym przypadku na doprowadzeniu części energii drgań z wyjścia generatora na jego wejście.

20. „CURRICULUM VITAE"

Kolejno wierszami występują następujące liczby:

1305
1972
3
32768
131072
24
6
2
23
96

21. RYSOPIS

1-B. układ inercyjny I rzędu

2-F. układ oscylacyjny

3-D. układ całkujący (z inercją)

4-E. układ różniczkujący

5-C. układ inercyjny II rzędu

6-B. układ inercyjny I rzędu

7-D. układ całkujący (z inercją)

8-A. układ bezinercyjny (w rzeczywistości inercja występuje, ale ze względu na bezwładność oka, człowiek jej nie zauważa)

9-F. układ oscylacyjny

10-G. układ z opóźnieniem

22. CYBERNETYCZNA MENAŻERIA, CZYLI ZABAWKI NIE TYLKO DLA DZIECI

1. Ptak pijący wodę jest starą zabawką chińską, interesującą cybernetyka przede wszystkim dlatego, że modeluje on jedną z podstawowych cech właściwych wszystkim organizmom żywym — zdobywanie dla siebie energii życiowej (pożywienia). Składa się on z dwóch baloników szklanych połączonych ze sobą rurką. Nieco powyżej środka ciężkości tego układu znajduje się podpórka, na której jest on swobodnie zawieszony. Eter umieszczony w dolnym baloniku łatwo paruje w temperaturze pokojowej i przechodzi do górnego balonika, gdzie się skrapla, bowiem dziób ptaka jest zwilżony wodą i chłodniejszy. W górnym baloniku następuje wówczas rozrzedzenie, które wciąga słupek eteru, środek ciężkości przesuwa się w górę i ptak przechyla się zanurzając dziób w wodzie i uzupełniając zapas wilgoci, natomiast skroplony eter wraca do dolnego balonika, co powoduje, że ptak wyprostowuje się i zaczyna wykonywać wahania. Z powodu tarcia na zawieszeniu wahania te wygasają, ptak powraca do stanu początkowego i wszystko powtarza się od nowa.

2. Nakręcany żuk był zabawką modną w latach trzydziestych, a to, co nas może w nim ciekawić, to „umiejętność" unikania spadnięcia ze stołu. Żuk jest zbudowany z dwóch kół napędowych poruszanych sprężyną, trzecie koło, ustawione pod kątem 90° do kierunku ruchu, nie dotyka powierzchni. Na końcu ryjka „żuk" umieszczone ma jeszcze jedno kółeczko opierające się o powierzchnię stołu. Dopóki „żuk" nie dojdzie do końca stołu, trzecie kółko uniesione jest do góry, jeżeli ryjek z kółeczkiem przekroczy krawędź i opadnie poza nią, owo trzecie kółko dotknie powierzchni stołu, co spowoduje, że „żuk" obróci się i ryjek znów znajdzie się na powierzchni stołu unosząc do góry trzecie kółko itd...

3. Zbudowany przez H. Piraux philidog jest najprawdopodobniej pierwszym sztucznym zwierzęciem obdarzonym tropizmem, ściślej fototropizmem. Podobnie więc jak np. słoneczniki, które obracają się w kierunku słońca, philidog podąża za źródłem światła. W oczach philidoga umieszczone są fotokomórki, nos stanowi przesłonę uniemożliwiającą boczne oświetlenie

obu fotokomórek. Sygnały odbierane przez fotokomórki powodują włączenie silników w nogach philidoga. Jeśli światło latarki elektrycznej oświetla równomiernie obie fotokomórki, to philidog porusza się wprost przed siebie do światła. Gdy źródło światła przesuwa się np. w lewo i prawa komórka pogrąża się w cieniu, brak sygnału powoduje wyłączenie silnika w lewej nodze i obrót psa w lewo do światła. Podobna zasada samonaprowadzania na cel jest stosowana w wielu pociskach rakietowych sterowanych automatycznie. Philidog zademonstrowany został publicznie po raz pierwszy na Międzynarodowej Wystawie w Paryżu w 1929.

4. Ćmo-pluskwa została zbudowana w laboratorium elektronicznym Instytutu Technologicznego w Massachusetts (Stany Zjednoczone) w latach czterdziestych według projektu N. Wienera i J. B. Wiesnera. Podobnie jak philidog obdarzona jest tropizmem—fototropizmem, ale bardziej złożonym, mianowicie dodatnim (dąży do światła podobnie jak ćma) oraz ujemnym (ucieka od światła podobnie jak pluskwa). Urządzenie miało postać trójkołowego wózka napędzanego silnikiem elektrycznym i kierowanego sygnałami z fotokomórek. Sygnały te sterowały silnikami regulującymi położenie dźwigni, kierującej przednim kołem wózka. Maszyna działała na zasadzie sprzężenia zwrotnego, regulując swój własny ruch. Ćmo-pluskwa zbudowana była jako model fizyczny cybernetycznej hipotezy Wienera, Rosenbluetha i Bigelowa, dotyczący roli sprzężenia zwrotnego w dwóch różnych schorzeniach układu nerwowego: tzw. drżeniu zamiarowym — związanym z dążeniem do celu i tym silniejszym, im większa jest wola osiągnięcia celu, oraz drżeniu występującym w chorobie Parkinsona — objawiającym się w spoczynku.

5. Żółwie: Elmer (*Electro-Mechanical Robot* — robot elektromechaniczny) i Elsie (*Electro-Light Sensitive Internal-External* — czuły na światło elektryczne wewnętrzne i zewnętrzne) skonstruował w 1948 Grey Walter. Były to miniaturowe pojazdy kołowe wyposażone w dwa mikrosilniki: napędowy i sterujący. Pojazd zawierał oprócz źródeł zasilania komórkę fotoelektryczną, wąs-czujnik zwierający styki obwodu elektrycznego przy zetknięciu się z przeszkodą, kilka przekaźników oraz żarówkę wskaźnikową. Obdarzone one były fototropizmem, tzn. po ujrzeniu dostatecznie silnego źródła światła starały się do niego dotrzeć i uzupełnić swój zapas energii w akumulatorach. Je-

żeli po drodze do światła napotkały jakąś przeszkodę, to po potrąceniu obchodziły ją bokiem. W ciemności lub przy słabym świetle wykonywały chaotyczne ruchy, jakby czegoś szukając. Ich aktywność zależała od tego, czy miały dość dużo energii elektrycznej zgromadzonej w akumulatorach. Żółwie te wykazały pewną ciekawą własność, która nie była zaprojektowana. Oba miały żarówkę zapalającą się w chwili aktywności, jeżeli spotkały się, wykonywały dziwny „taniec", reagowały także na odbicie swojej żarówki w lustrze wykonując przed nim „taniec".

6. Sztuczne zwierzę „Miso" skonstruowane zostało w 1952 przez Alberta Ducrocqa we Francji. Było ono obdarzone tropizmem ujemnym — uczulone na ładunek elektryczny przedmiotów, do których się zbliżało. Ducrocq był też konstruktorem drugiego sztucznego zwierzęcia — lisa elektronicznego o podobnych właściwościach.

7. Taką nazwę nosi sztuczne zwierzę skonstruowane przez amerykańskiego cybernetyka Edmunda Bercleya, a ściślej przez dwóch uczniów szkoły średniej pod jego kierunkiem. Wiewiórka zbiera z podłogi dowolnie rozrzucone piłki golfowe i zanosi każdą z nich do swojego gniazda — metalowego korytka oświetlonego lampą jarzeniową, jakby orzechy do dziupli na zimę. Urządzenie jest wózkiem trójkołowym o napędzie elektrycznym. Do chwytania piłeczek służą dwie metalowe łapki w kształcie miseczek. Receptorami są dwie fotokomórki (jedna reaguje tylko na światło odbite od piłek, druga, zaopatrzona w filtr — na źródło światła emitowanego z „gniazda") oraz dwa przełączniki (jeden we wnętrzu czaszy chwytnej sygnalizujący pochwycenie piłki, drugi w postaci „ogona" wiewiórki, który zamykając obwód przy zetknięciu z metalową ścianką „gniazda" włącza realizację programu złożenia tam piłki).

8. W 1955 w Wiedniu E. Eichler wykonał swojego żółwia elektronicznego. Reagował on na trzy rodzaje podniet: światło, dźwięk i dotyk. Wtórną podnietą było zapalenie się niewielkiej żarówki umieszczonej w żółwiu. W ciemności żółw poruszał się chaotycznie szukając światła, po zapaleniu się umiarkowanego światła zdążał w jego kierunku, ale jeżeli w tym czasie usłyszał dźwięk, zamierał w bezruchu. Gdy światło było zbyt silne, żółw odchodził w przeciwnym kierunku. Jednakże najsilniej oddziałującym bodźcem był dotyk; po natknięciu się na przeszkodę w czasie ja-

kiejkolwiek czynności żółw cofał się i obchodził przeszkodę. Za pomocą dwóch podniet: światła i dźwięku można było u tego żółwia elektronicznego wyrobić odruch warunkowy.

9. Zbudowane w 1953 przez amerykańskiego cybernetyka Claude Shannona sztuczne zwierzę, nazwane przez autora „Tezeuszem", ale powszechnie znane jako „mysz Shannona", było pierwszym urządzeniem technicznym imitującym proces poznawania labiryntu. Mysz Shannona jest klasycznym przykładem układu uczącego się drogą prób i błędów. Układ złożony jest z trzech zasadniczych części: labiryntu z poruszającą się w nim makietą myszy układu elektromechanicznego kierującego ruchami „Tezeusza" i układu uczącego się o pamięci typu przekaźnikowego. Labirynt ma kształt szachownicy o 25 polach-komórkach, podzielonej na korytarze. Rozstawienie ścian, korytarzy można zmieniać, co umożliwia przebudowę struktury labiryntu, dla przeprowadzania różnych eksperymentów. „Tezeusz" jest kawałkiem namagnesowanej stali, zaopatrzonym w podwozie i styki zamykające obwody układu sterującego „Tezeusza" oraz układów przekaźnikowych pamięci. Myszą porusza magnes przesuwany pod szachownicą przez dwie ustawione pod kątem prostym prowadnice, napędzane silnikami elektrycznymi. Jeśli „Tezeusz" napotyka przeszkodę i obwód zostaje zamknięty w określonym polu szachownicy, urządzenie programowe sterujące działaniem prowadnic zmienia kierunek ruchu myszy, przekazując równocześnie pamięci informacje o tym. Zgodnie z prostym programem „Tezeusz" bada labirynt rejestrując v pamięci wszystkie ślepe uliczki. Po dotarciu „Tezeusza" do celu urządzenie zostaje wyłączone, po czym włącza się je ponownie, wpuszczając „Tezeusza" po raz drugi do labiryntu. Odbywa on teraz wędrówkę w taki sposób, jakby zapamiętał drogę, i spieszy do celu omijając pętle i ślepe uliczki, w zasadzie najkrótszą drogą. Jeżeli po przejściu labiryntu wpuści się „Tezeusza" do korytarza, który ominął w czasie badań (a więc nie znanego mu), szuka on drogi znów metodą prób i błędów, aż do momentu, w którym dotrze do znanego mu korytarza, i dalej już przebywa labirynt skrótami.

10. Skonstruowany w Leningradzkim Instytucie Techniki Lotniczej sztuczny pająk „Szama" (skrót od rosyjskiego „Szagajuszczaja maszyna" — „maszyna krocząca") jest sześcionogą machiną kroczącą. Stworzono go z myślą o poruszaniu się w szczególnie trud-

nych warunkach terenowych. „Szama" spełniać musi więc wiele specyficznych wymogów — musi szybko dostrzegać przeszkody oraz niebezpieczeństwa i bez zatrzymywania się zmieniać swoje zachowanie. W tym celu wszystkie nogi „pająka" wyposażono w czujniki tak, że do jego „mózgu" bez przerwy dopływają informacje zarówno o położeniu jego nóg w przestrzeni, jak i o stanie powierzchni, po której one kroczą. Laserowe oko ogląda najbliższe otoczenie, podając urządzeniu sterującemu wiadomości o zmianie kierunku drogi i przeszkodach, jakie pająk napotyka. Sygnały sterujące otrzymuje się z maszyny cyfrowej. „Szama" wykazuje dużą samodzielność w doborze najróżniejszych sposobów poruszania się, działa bowiem dopasowując się do warunków drogi, stanu podłoża oraz ciężaru przenoszonych przedmiotów. „Szama" może się poruszać tam, gdzie nie przejdzie żaden mechanizm kołowy czy gąsienicowy: po wąskich i krętych korytarzach, po halach zastawionych różnymi urządzeniami, po schodach. Widać więc, że sześcionogi „Szama" może znaleźć zastosowanie w transporcie niezbyt ciężkich ładunków wewnątrz wielopiętrowych budynków, do badań geologicznych, prac na dnie mórz i oceanów itd.

23. CO SIĘ ŁĄCZY Z TYM NAZWISKIEM?

1-I. Skonstruowany przez Williama R. Ashby'ego w 1948 homeostat (od gr. *homoios* — podobny i *statos* — stojący) jest urządzeniem imitującym tzw. zjawisko homeostazy, które można by określić jako dążenie organizmu do utrzymania równowagi środowiska wewnętrznego pomimo zmiennych warunków zewnętrznych. Przykładem homeostazy może być utrzymywanie przez człowieka stałej temperatury ciała pomimo dużych wahań temperatury otoczenia. Homeostat Ashby'ego zawiera cztery oporniki połączone ze sobą wszystkimi możliwymi prostymi i zwrotnymi sprzężeniami. Kiedy suwaki wszystkich czterech oporników znajdują się w położeniu środkowym, w przewodach łączących sygnały są nieobecne i układ jest w równowadze. Po przesunięciu jednego z suwaków równowaga zostaje naruszona. Odpowiedni sygnał płynie wówczas do elektromagnesów poruszających suwaki innych oporników i powoduje wyprowadzenie suwa-

ków z położenia środkowego. Wspólne działanie wszystkich dwunastu sprzężeń homeostatu daje ogromną liczbę wariantów stanu całego układu. Okazuje się jednak, że po pewnym czasie ruchy suwaków wytworzą taki wariant położeń, który zapewnia równowagę układu, i sygnały zanikają.

2-E. Gdy słyszymy słowo „maszyna", kojarzy się nam to z dużym ciężarem i wielką ilością żelaza i innych metali. Tymczasem maszyna Turinga realnie nie istnieje. Jest ona tylko myślowym modelem idealnej maszyny cyfrowej. Maszyna Turinga składa się z dwóch podstawowych elementów: nieskończenie długiej taśmy, na której są zapisane symbole, i z czytnika odczytującego te symbole. Taśma ta podzielona jest na poszczególne klatki, w których zapisany jest zawsze tylko jeden symbol. Czytnik ma możliwość przeczytania zawartości tylko jednej klatki. Używając tylko trzech operacji: zmiany stanu maszyny, zmiany symbolu na taśmie i zmiany czytanej klatki (przez przesunięcie taśmy w prawo lub lewo), maszyna ta teoretycznie potrafi wykonać dowolne, nawet najbardziej skomplikowane przekształcenie informacji, którą poda się jej w wyraźnej, ścisłej i jednoznacznie sformułowanej instrukcji.

3-D. Posąg Condillaca — myślowy model rozwoju życia psychicznego, przedstawiony przez francuskiego filozofa Étienne Bonnot de Condillaca (1715—1780) może być uważany za pierwszą próbę cybernetycznego modelowania psychiki. Condillac w swym dziele *Traité des sensations (Traktat o wrażeniach)* usiłuje wykazać, że do opisu rozwoju życia psychicznego wystarczy założyć zdolność odbierania wrażeń zmysłowych. W tym celu opisuje „posąg", który w pierwszym stadium rozwoju obdarza jednym zmysłem, potem kolejno następnymi, aż wreszcie zdolnością ruchu. W tej chwili wiele tez Condillaca uległo przestarzeniu, ale sama metoda jest nadzwyczaj nowoczesna.

4-C. Francuz Joseph Jean Farcot (1823—1908), zaliczany do tych, którzy po raz pierwszy zastosowali praktycznie ideę sprzężenia zwrotnego (obok Jamesa Watta) — w 1868 przy okazji badań nad zagadnieniem sterowania okrętami wynalazł urządzenie, które nazwał serwomotorem. Na czym polega idea serwomotoru Farcota? Wyobraźmy sobie cylinder napełniony olejem i ponadto silnik wywierający na ten olej duże ciśnienie. Między nimi znajduje się suwak rozrządczy

ciśnienia, mogący otwierać jeden i zamykać drugi otwór, z których każdy jest połączony rurką z jednym z końców cylindra. Ciśnienie kieruje się więc bądź na jedną powierzchnię tłoka, bądź na drugą, bądź też — jeśli otwory są tylko częściowo zamknięte — rozdziela się częściowo na obie strony tłoka. Sternik poruszający dźwignią, która jest połączona z zaworem rozrządczym, może wkładając niewielką energię uzyskiwać duże przesunięcia tłoka, a więc steru. Ale jakie jest właściwe, dokładne położenie steru, sternik może odczytać tylko z odpowiedniej tarczy, musi więc obserwować ruchy strzałki i odpowiednio oddziaływać na dźwignię sterowniczą. Na czym polega jednak wynalazek Farcota? Otóż połączył on mechanicznie położenie steru z położeniem dźwigni, czyli „wyjście" z „wejściem". Wtedy pewnemu przesunięciu dźwigni sterowniczej odpowiada dokładnie pewne przesunięcie tłoka. W ten sposób maszyna przejęła pewne ściśle intelektualne funkcje człowieka. Zadaniem sternika jest już tylko przesuwanie dźwigni proporcjonalnie do obrotu, jaki chce on nadać sterowi, wie on bowiem z góry, w jakim położeniu ster zatrzyma się.

5-G. Algebra Boole'a jest jednym z działów algebry abstrakcyjnej. W swej najczęściej przyjmowanej postaci algebra Boole'a jest algebrą dwuelementową. Pierwotnie dotyczyła ona logiki, gdzie występują dwie wartości: prawda i fałsz. Później zaczęto tym wartościom nadawać różne interpretacje: cyfr dwójkowych 0 i 1 czy stanów przewodzenia lub nieprzewodzenia, np. prądu elektrycznego. Dzięki temu algebra Boole'a znalazła zastosowanie teoretyczne i praktyczne w automatyce cyfrowej, teorii maszyn cyfrowych operujących w zasadzie liczbami dwójkowymi oraz w biocybernetyce przy pracach nad modelowaniem neuronu, gdzie przy uproszczonych modelach można przyjąć, że neuron ma tylko dwa możliwe stany: pobudzony — 1 i nie pobudzony — 0.

6-B. R. W. Hamming zajmował się zagadnieniem kodów pozwalających określić miejsce błędu w przekazywanej wiadomości z jednoczesną korekcją. Korzyść ewentualnego znalezienia takich kodów jest oczywista, ponieważ na drodze między nadawcą i odbiorcą każdy telegram jest poddany działaniu zakłóceń, które mogą go zdeformować, i wtedy odbiorca otrzymałby informację z „przekłamaniem". Hamming skonstruował takie kody wprowadzając tzw. „testy parzystości".

7, 8-F. W 1943 McCulloch i Pitts sformułowali podstawy teorii logicznych sieci neuronowych. Elementem sieci był tzw. neuron McCullocha-Pittsa, pierwszy, a zarazem najprostszy model neuronu. Imitował on, z daleko idącym uproszczeniem, zachowanie się neuronu, przede wszystkim zaś przewodzenie impulsów zgodnie z zasadą „wszystko albo nic".

9-A. Perceptron (łac. *perceptio* — postrzeżenie i *elektron*) Rosenblatta jest urządzeniem technicznym rozpoznającym i klasyfikującym określone obiekty. Pierwszy perceptron tego typu o nazwie Mark 1 skonstruował w 1958 Frank Rosenblatt (USA). Podstawowym zadaniem Marka 1 było uczenie się rozpoznawania liter i figur geometrycznych. Znaki te nie zawsze są identyczne, perceptron Rosenblatta rozpoznaje znaki pisane w różny sposób, jest więc urządzeniem mającym zdolność abstrahowania. W chwili rozpoczęcia się eksperymentu perceptron Rosenblatta nic nie umie, nie rozpoznaje żadnych bodźców, jego reakcje są przypadkowe i dopiero w toku gromadzenia informacji zaczyna je porządkować. Jednak uczy się szybko — Mark 1 potrafił po 20 ćwiczeniach rozpoznawać 80—90% znaków.

10-H. Sformułowana przez Richarda Bellmana tzw. zasada optymalności głosi, że każda część optymalnej trajektorii jest trajektorią optymalną. Zobrazujmy sens tej zasady na przykładzie. Gdybyśmy np. szukali najkrótszej drogi prowadzącej z miasta *A* do miasta *C* i okazałoby się, że jest nią droga „d", która przechodzi przez miasto *B*, a następnie gdybyśmy chcieli znaleźć najkrótszą drogę wśród wszystkich możliwych łączących miasta *B* i *C*, to okazuje się (i to mówi zasada optymalności), że to najkrótsze połączenie *B* z *C* jest odcinkiem drogi „d" na trasie od *B* do *C*.

24. Z NOTATEK MARSJANINA

0001 Kot

0010 Sad

0011 Burza. Można się domyślać, że włączenie przez Aga analizatora chemicznego nie miało

na nią żadnego wpływu. Po prostu zmiana pogody.

0100 Piłka (czyżby Marsjanie nie grali w piłkę?)

0101 Telewizor

0110 Kontakt instalacji świetlnej

0111 Odkurzacz

1000 Prysznic

1001 Mokre mydło

1010 Bąk

25. JAK KAMELEON

1. W ostrym świetle źrenica oka zwęża się, w ciemności zaś rozszerza. Jednocześnie zachodzą zmiany procesów fotochemicznych w purpurze wzrokowej pręcików i w obecnych w czopkach związkach czułych na barwy: zieloną, niebieską i czerwoną. Dzięki temu zmienia się czułość oka, które przystosowuje się do nowych warunków oświetlenia. Dla przykładu w przypadku przejścia do względnej ciemności czułość oka człowieka po 5—10 min wzrasta 10-krotnie, a po dalszych 30 min kilka tysięcy razy.

2. Przeniesienie się z nizin w góry wywołuje u zdrowego człowieka przyrost liczby czerwonych ciałek krwi, co umożliwia lepsze utlenienie organizmu w warunkach rozrzedzonego i uboższego w tlen powietrza. Zmiana ta jest wyrazem adaptacji człowieka do nowych warunków.

3. Sprzedawca musi zamówić tyle lodów, aby wystarczyło mu na cały dzień, tzn. żeby każdy potencjalny klient otrzymał je, gdyż im więcej lodów sprzedawca sprzeda, tym większy zysk osiągnie, i jednocześnie żeby mu zostało jak najmniej lodów nie sprzedanych, które ulegając zepsuciu narażają go na straty. Ponieważ zaś popyt na lody zależy głównie od stanu pogody, sprzedawca przy składaniu zamówienia musi

się kierować warunkami meteorologicznymi, przystosowując wielkość zamówienia do stanu pogody. W upalny dzień powinien zamówić większą ilość, natomiast w chłodny lub dżdżysty — odpowiednio mniej.

4. Urządzeniem, stosowanym w lotnictwie, a zastępującym pilota (człowieka) jest tzw. autopilot (inaczej pilot automatyczny). Autopilot automatycznie steruje samolotem dostosowując się do warunków otoczenia. Reaguje na zakłócenia względem trzech osi i powoduje odpowiednie wychylenia sterów, przeciwdziałające zakłóceniom. Autopilot umożliwia np. automatyczne sprowadzenie samolotu do lądowania przez radiowe urządzenia naziemne.

5. Dzięki wzmożonemu wydzielaniu się potu w czasie upałów organizm człowieka może zachować niezbędną równowagę termiczną, gdyż parujący pot odprowadza nadmiar wytworzonego w organizmie ciepła.

6. Do 1967, kiedy czynny był Kanał Sueski. droga od wydobywających ropę krajów Bliskiego Wschodu do importujących ropę krajów Europy Zachodniej i Ameryki Północnej była stosunkowo krótka i transport ropy odbywał się za pomocą tankowców o średniej nośności. Po wojnie na Bliskim Wschodzie w czerwcu 1967 Kanał Sueski został zamknięty i droga, którą musiały płynąć tankowce parokrotnie wydłużyła się. Musiały one płynąć dookoła Afryki. Ażeby nie dopuścić do dużej zwyżki kosztów, importerzy ropy naftowej musieli przestawić się na wielkie supertankowce. Koszt transportu tej samej ilości ropy za pomocą jednego supertankowca jest bowiem mniejszy niż przy użyciu paru tankowców o średniej nośności.

7. Przyjęcie środka nasennego, jak również każdego innego lekarstwa, jest ingerencją z zewnątrz w procesy fizjologiczne organizmu, jest więc pewnego rodzaju zaburzeniem (słowo to w cybernetyce nie ma tak jednoznacznie negatywnego znaczenia jak w języku potocznym, zaburzenie może być tak jak w tym przypadku działaniem pozytywnym). W przypadku ciągłego zażywania środków nasennych organizm po pewnym czasie przystosowuje się do tych bodźców i zażycie tej samej dawki przestaje być zaburzeniem, w związku z czym nie wywołuje pożądanego skutku. Aby więc osiągnąć cel, należy zwiększyć jednorazową dawkę środków nasennych.

8. Dzieje się tak dlatego, że większe uszy (czasem i inne wyrostki ciała, np. ogon) zwierząt żyjących w ciepłym pustynnym klimacie pozwalają lepiej utrzymać stałą temperaturę ciała poprzez wypromieniowanie zbędnego ciepła, gdyż większe uszy to także większa powierzchnia emitująca ciepło. Wyrostki ciała zwierząt żyjących w klimacie zimnym są mniejsze, zwierzęta te mają więc mniejszą powierzchnię ciała i mniej wypromieniowują ciepła. Jest to przykład przystosowywania się gatunku w toku ewolucji do środowiska, w którym żyje.

9. Nie, ponieważ nie stara się dostosować struktury swojego zakładu do nowych zadań, lecz chce osiągnąć cel dzięki pomocy z zewnątrz.

10. Tak, ponieważ reorganizacja produkcji odpowiednio przeprowadzona może doprowadzić do nowej struktury, dzięki której zakład będzie mógł wykonywać nowe zadania. W takiej reakcji dyrektora, w odróżnieniu od poprzedniej (pytanie 9), wyraźnie widać dążenie do przystosowania się, adaptacji do nowych wymagań.

26. COŚ DLA WTAJEMNICZONYCH

1. alfabet Morse'a
2. kod pocztowy
3. sygnalizacja świetlna
4. zapis nutowy
5. alfabet głuchoniemych
6. tam-tam
7. alfabet semaforowy
8. pismo Braille'a
9. bicie w dzwony na trwogę
10. kod morski sygnałowy (alfabet flagowy)

27. DWUZNACZNE WYRAZY

1. komórka
2. graf
3. operator
4. bęben
5. PLAN (*Programming Language*)
6. symulacja
7. kanał
8. dyskretna
9. MOST
10. dysk

28. NAJWAŻNIEJSZE — UTRZYMAĆ RÓWNOWAGĘ

1. temperatura i wilgotność
2. ilość tlenu we krwi alpinisty i wszystko, co od tego zależy
3. temperatura powierzchni żelazka
4. kierunek przechodzących do wnętrza samochodu promieni świetlnych
5. temperatura produktów żywnościowych
6. oświetlenie obiektów na trasie samochodu, które w przeciwnym razie byłyby niewidoczne po zachodzie słońca
7. oświetlenie liści rośliny
8. oświetlenie siatkówki oka

9. odległość między miejscem wybuchu pocisku a celem — powinna być ona jak najmniejsza

10. położenie środka ciężkości ciała cyrkowca w stosunku do płaszczyzny pionowej przechodzącej przez linę

29. JAKA TO WIADOMOŚĆ?

„Kochane pieniądze przyślijcie rodzice".

30. KSIĄŻ KI

1-J. Heron z Aleksandrii był najzdolniejszym autorem technicznym starożytności. Dokładne daty jego urodzin i śmierci nie są znane, jednakże przypuszcza się, że żył w I w. n.e. Był autorem wielu prac z zakresu inżynierii, m.in. *Konstruowanie automatów, Pneumatyka, Mechanika.* W pracach tych dał opis wielu urządzeń automatycznych.

2-C. Książkę *Theory of Games and Economic Behaviour* napisał John von Neumann przy współpracy Oskara Morgensterna. Sam tytuł sugeruje, że zajmuje się ona grami, ale dodać trzeba, że zajmuje się ona nie grami czysto hazardowymi, lecz tylko takimi, w których rolę odgrywa zachowanie się grających, a więc w szczególności — uproszczonym pokerem. Przedstawiona w książce teoria gier zajmuje się obliczaniem korzyści, jakie osiąga gracz przy stosowaniu pewnej taktyki, podczas gdy jego przeciwnik stosuje inną taktykę. Precyzuje granice ryzyka, ustala „optymalną strategię". Rozważania takie starają się autorzy odnieść do walk ekonomicznych, które w istocie niewiele się różnią od gier typu pokera.

3-E. Książka *Mathematical Biophysics* Nicholasa Rashevsky'ego jest systematycznym opracowaniem tego, co można nazwać teorią zjawisk. Biofizyka matematyczna jest tą częścią cybernetyki, która leży na po-

graniczu biologii i fizyki, zajmuje się budową modeli matematycznych, które mogłyby opisać takie przejawy działalności nerwowej organizmów żywych, jak np. uczenie się; zajmuje się zagadnieniem wzrostu organizmów żywych, badaniem zachowania się centralnego układu nerwowego przy zastosowaniu teorii sieci logicznych.

4-F. Norbert Wiener po ogłoszeniu w 1948 swej podstawowej pracy *Cybernetyka, czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie*, która była książką dość fachową, postanowił udostępnić idee cybernetyczne również niespecjalistom. Dlatego też już w 1950 ukazało się pierwsze wydanie *The Human Use of Human Beings. Cybernetics and Society* (polski tytuł *Cybernetyka a społeczeństwo*). Nie jest to jakaś popularna wersja głośnego dzieła Wienera, lecz raczej zbiór esejów omawiających rozmaite problemy filozoficzne i społeczne z punktu widzenia cybernetyki.

5-I. *Sztuczne myślenie. Wstęp do cybernetyki* jest właściwie książką popularnonaukową. Jej autor Pierre de Latil był pierwszym popularyzatorem koncepcji cybernetycznych. Jego książka była wielokrotnie wydawana w języku francuskim i tłumaczona na inne języki. De Latil poddał rewizji szereg pojęć podstawowych, jak maszyna, regulator, serwomechanizm, automatyzm, przyczynowość itd. wychodząc z ogólnego założenia, że wszystko w przyrodzie sprowadza się do systemów samoregulujących się.

6-D. Książka Williama R. Ashby'ego *Wstęp do cybernetyki* jest systematycznym wprowadzeniem do cybernetyki, napisanym w sposób zrozumiały dla szerokiego kręgu czytelników, przy użyciu prostych środków matematycznych. Ashby omawia w swej książce zagadnienia sprzężenia zwrotnego, stabilności, informacji, kodowania, regulacji i wiele innych. Na sukces książki złożyło się na pewno umiejętne wyeskponowanie przez Ashby'ego tych cech cybernetyki, które sprawiają, że jest ona nauką wszechstronną i ogólną.

7-B. Stafford Beer w swej książce *Cybernetyka a zarządzanie* przedstawia obszerny zarys podstawowych teoretycznych założeń cybernetyki, czyniąc to w sposób interesujący, żywy i przystępny. Autor określa stosunek cybernetyki jako nauki ścisłej do automatyki i matematyki, wskazuje również na możliwości wykorzystania naukowych metod cybernetycznych do zarządzania, do których to celów cybernetyka jest

szczególnie predysponowana jako nauka zajmująca się wielkimi i złożonymi systemami (takimi jak właśnie przedsiębiorstwo).

8-G. Oskar Lange — *Całość i rozwój w świetle cybernetyki.* Autor książki stawia sobie za zadanie opracowanie na gruncie cybernetyki aparatu myślowego potrzebnego do ścisłego ujęcia zagadnienia tzw. systemów wielkich.

9-H. W literaturze popularnonaukowej często używa się na określenie maszyny cyfrowej pojęcia „mózg elektronowy", co obecnie uważane jest za błędne. Jednakże istnieją pewne analogie pomiędzy zachowaniem mózgu a właściwościami maszyny cyfrowej. Wprowadzeniem we wspólną tematykę mózgu, maszyny i matematyki, podkreślającym analogie pomiędzy funkcjonowaniem mózgu a tymi wszystkimi aspektami pracy maszyn, które dotyczą sterowania, obliczania i przekazywania informacji, jest głośna książka Michaela A. Arbiba *Mózg, maszyna, matematyka* (tytuł oryginału — *Brains, Machines and Mathematics*).

10-A. *Cybernetyka niematematyczna* Henryka Greniewskiego jest podstawową pracą tego uczonego z zakresu cybernetyki. Pomimo tytułu sugerującego przystępność wykładanego materiału, książka ta jest trudna dla laika. Jednakże ze względu na to, że autor zawarł w niej swoje największe osiągnięcia stawiające go w rzędzie koryfeuszy cybernetyki, w szczególności sformułowanie pojęcia układu względnie odosobnionego i zasady dwoistości, z książką tą powinien zapoznać się każdy interesujący się zagadnieniami cybernetyki.

31. TROCHĘ RELAKSU

1. strumień
2. abak
3. komputer
4. robot
5. model

---

6. pętla
7. skrzynka
8. ODRA
9. ZETO
10. NAND
11. labirynt
12. binit
13. software

32. ZAJRZYJMY DO ŚRODKA

1. automatyka
2. teoria gier
3. teoria informacji
4. badania operacyjne
5. telemechanika
6. teoria identyfikacji i rozpoznawania
7. abstrakcyjna teoria automatów
8. informatyka
9. teoria systemów
10. teoria niezawodności

33. TRUSKAWKOWYM TRAKTEM

Jak nietrudno policzyć, wszystkich możliwych tras prowadzących do któregokolwiek z miast jest 26. Najtańszą z nich, ze względu na koszty transportu, jest

co prawda trasa Radzymin-B-E-H-9. tzn. do Augustowa (1,5 tys. zł), ale zysk, jaki się wtedy uzyskuje, nie jest najwyższy: 9—1,5 = 7,5 tys. zł. Najlepszym rozwiązaniem jest wybór trasy Radzymin-B-D-G-7 do Rądomska — koszt transportu wynosi wtedy 2 tys. zł, a zysk 10—2 = 8 tys. zł. W rozwiązywaniu problemów praktycznych tego typu (problemu przewozów, przebiegu szlaków komunikacyjnych) nieocenione usługi oddaje komputer.

34. DOBRA CZY ZŁA?

1. Komórki nerwowe embriona nie mają jeszcze wykształconych powiązań, które pozwoliłyby im prowadzić jakąkolwiek skoordynowaną działalność. Brak jest im właśnie organizacji, nie tworzą one jeszcze tego, co u dojrzałego człowieka nazywa się systemem nerwowym.

2. Nowo narodzone niemowlę posiada już na tyle wykształcony mózg, że potrafi on prowadzić w pewnym zakresie zorganizowaną działalność — wysyłać sygnały do rąk, oczu itd. Jednakże niemożliwa jest koordynacja ruchów rąk czy gałek ocznych. Niemowlę dopiero zaczyna się uczyć tych czynności i mózg będzie odgrywał w tym procesie uczenia największą rolę. Ale w stadium niemowlęcym mózg człowieka charakteryzuje się złą, jeszcze niezbyt wykształconą organizacją.

3. Proces dojrzewania człowieka nierozerwalnie łączy się z procesem kształtowania organizacyjnego mózgu. Mózg staje się znakomitym układem sterowania o zhierarchizowanej, skomplikowanej, ale celowej strukturze. Wysyłane przez mózg sygnały powodują wykonanie pożądanych czynności; nie ma w nim — z wyjątkiem stanów chorobowych — przypadkowych, niecelowych sprzężeń. W ten sposób system nerwowy człowieka przechodzi znamienną ewolucję — od braku organizacji (u embriona) poprzez złą organizację (u niemowlęcia) aż do dobrej organizacji (u człowieka dorosłego).

4. Nietrudno się domyślić, że stos bezładnie złożonych kamieni nie wykazuje żadnej istotnej organizacji. Sprzężenia między kamieniami są przypadkowe, trud-

no się w tym stosie dopatrzyć własności integrujących — odjęcie jakiegokolwiek kamienia z całego stosu albo dorzucenie innego — niczego nie zmienia.

5. Szwajcarski zegarek wszystkim na ogół kojarzy się z niezwykłą precyzją i niezawodnością. Na czym polega jego tajemnica? Poza technologią właśnie na dobrej organizacji wewnętrznego mechanizmu. Wszystkie elementy są tak sensownie i precyzyjnie ze sobą powiązane, że możliwe jest bardzo dokładne działanie całego układu — zegarka.

6. Również komputer jest przykładem dobrze zorganizowanego systemu. System ten zawiera wiele różnych sprzężeń, ale został skonstruowany w taki sposób, że każde z nich jest celowe. Wprawdzie komputerowi zdarzają się omyłki, ale w tak skomplikowanym systemie jest to nieuniknione. Jeżeli komputer nie popełnia ich zbyt często, to ma dobrą organizację, jeżeli zaś został źle zaprojektowany i skonstruowany i myli się zbyt często, to — rzecz jasna — wykazuje złą organizację.

7. Przypadkowo zebrani w tramwaju ludzie nie są powiązani żadnymi trwałymi sprzężeniami. Nie znają się, nie mają żadnych wspólnych spraw, są sobie obojętni. Pasażerowie tramwaju są zatem przykładem układu pozbawionego organizacji.

8. W grupie pawianów ściśle określone są zależności pomiędzy poszczególnymi członkami stada. Istnieje tu hierarchia ważności, której podporządkowany jest każdy pawian. Przewodzący grupie stary pawian może bezkarnie odebrać pokarm czy pobić dowolnego innego uczestnika hordy, który musi przyjąć to z pokorą. Każdy inny członek stada ma swoją ściśle określoną „pozycję społeczną" wyznaczoną przez to, kto nad nim dominuje i nad kim on dominuje. Im niższa „pozycja społeczna", tym więcej pawianów dominuje nad daną jednostką. Stado pawianów to system z dobrą organizacją.

9. Nowo sformowana brygada charakteryzuje się złą organizacją. Ludzie zaczynają się dopiero poznawać, potworzyły się przypadkowe sprzężenia, brygadzista nie wie jeszcze, czego można wymagać od każdego z członków brygady, ci zaś nie wiedzą, w jakim stopniu można zaufać brygadziście. Dopiero z czasem brygada zorganizuje się, każdy dokładnie będzie znał swoją pracę i swój zakres obowiązków, będzie ona sta-

nowić dobrze pracujący monolit, a nie grupę przypadkowo zebranych ludzi.

10. Zbiór maszyn zebranych w magazynie nie ma żadnej organizacji, dopiero te same maszyny ustawione np. w ciąg technologiczny utworzą system z jakąś organizacją (czy dobrą, to zależy od projektanta tego systemu).

35. SZATAŃSKIE FIGLE

1. Jeżeli wyjście wzmacniacza napięcia połączone jest z wejściem obwodem sprzężenia zwrotnego dodatniego, otrzymamy generator napięcia. Na wejście wzmacniacza podajemy napięcie 1 V, na wyjściu otrzymujemy np. 100 V. Część tego napięcia wyjściowego jest przekazywana na wejście wzmacniacza, np. 1/100, tj. 1 V. Będzie się ono dodawało do napięcia wejściowego, które będzie teraz wynosić 2 V, a po wzmocnieniu 200 V itd. Jeżeli „diabełek" przetnie pętlę sprzężenia zwrotnego, to sygnał wyjściowy nie będzie przenoszony na wejście wzmacniacza — napięcie wejściowe będzie stale równe 1 V, a więc nie otrzymamy generatora.

2. Jeżeli „diabełek" zmieniłby tę jedną kropkę na kreskę, zamiast komunikatu SOS, od którego być może zależy życie ludzkie, otrzymalibyśmy bezsensowny komunikat DOS. Przekłamania tego typu zdarzają się niestety dosyć często, jednakże wzywający pomocy mogą się zabezpieczyć przed skutkami przekłamań wysyłając wiele sygnałów SOS, wtedy na pewno choć jeden z nich zostanie odebrany w postaci nie zniekształconej.

3. Przecięcie połączenia stanowisk przy taśmie produkcyjnej (połączonych szeregowo), np. przez zerwanie się taśmy, spowoduje niedziałanie całego układu. W tej sytuacji niemożliwe będzie otrzymanie produktu końcowego.

4. W tym przypadku mamy do czynienia z równoległym połączeniem dwóch elementów. Jeżeli „diabełek" przetnie jedną z gałęzi tego połączenia, sygnał będzie płynął przez drugą. Gdy jeden z taśmociągów

zepsuje się, drugi będzie działał i cegły zostaną dostarczone. Układ jako całość będzie działał.

5. Taka zmiana, np. błąd w napisie na pojemniku. mógłby mieć tragiczne skutki. Zamiast nasypać do zupy soli — NaCl — dodalibyśmy do niej kwasu solnego HCl.

6. Zmiana sygnału na wyjściu badanej przez nas czarnej skrzynki spowodowałaby, że fałszywie zidentyfikowalibyśmy badany obiekt. Zamiast stwierdzić, że taka odpowiedź na sinusoidalny sygnał wejściowy oznacza, iż badany obiekt jest wzmacniaczem, ocenilibyśmy, że jest to układ złożony ze wzmacniacza i prostownika.

7. Ten szereg liczb zapisanych w układzie dwójkowym, w celu uodpornienia na zakłócenia został zapisany wraz z jednym dodatkowym znakiem. Służy on do sprawdzenia, czy nie nastąpiło przekłamanie. Jest on równy 0, gdy liczba jedynek w zapisanej liczbie jest parzysta, i 1 w przypadku przeciwnym. Tak więc w liczbie zapisanej wraz z tym dodatkowym znakiem zawsze jest parzysta liczba jedynek. Jeżeli w odebranej przez nas liczbie jest nieparzysta liczba jedynek, wiemy, że nastąpiło przekłamanie. Niestety, sposób ten zabezpiecza nas tylko przed przeoczeniem pojedynczych błędów, nie pozwala natomiast tych błędów zlokalizować, a więc i skorygować.

8. Przecięcie sprzężenia zwrotnego pomiędzy statkiem a sternikiem (np. przez zepsucie się kompasu) spowodowałoby, że sternik nie byłby zorientowany, jakie jest aktualne położenie statku. Skończyłoby się to zapewne katastrofą w wyniku wpadnięcia na mieliznę lub skały podwodne.

9. Zamiana guaniny na uracyl w jednej grupie kodu genetycznego zmieni tylko jeden aminokwas w syntetyzowanym białku — zamiast tyrozyny powstanie leucyna. Właściwości białka nie ulegną w tym przypadku zmianie.

10. Trzustka wytwarzając hormon insulinę reguluje ilość cukru w organizmie utrzymując ją na stałym poziomie właściwym dla zdrowego człowieka. Odcięcie dopływu insuliny, np. na skutek niedomagań trzustki, powoduje u człowieka cukrzycę.

36. W JEDNOŚCI SIŁA

Cechą charakterystyczną przytoczonych układów jest ich szczególna złożoność — wszystkie odznaczają się rozbudowaną strukturą o licznych i różnorodnych powiązaniach; rzeczą niemożliwą jest ich dokładny i szczegółowy opis. Skomplikowany niezwykle jest mózg ludzki, który składa się aż z 10^{10} neuronów powiązanych siecią najróżnorodniejszych sprzężeń, ale skomplikowana jest także niewidoczna gołym okiem komórka, w której zachodzi duża mnogość powiązanych ze sobą procesów fizykochemicznych, biochemicznych itp. i która, jeśli ją rozpatrywać na poziomie molekularnym, zawiera bardzo dużo elementów. Drugą cechą, która powtarza się w podanych przykładach, jest indeterminizm — niemożność przewidzenia stanu układu, sposobu, w jaki będzie się zachowywał. Gdybyśmy wiedzieli dokładnie, w jaki sposób przebiegają zmiany w środowisku naturalnym człowieka, zmiany wywołane rozwojem cywilizacji, być może mniej byłoby kłopotów z ochroną środowiska. Gdyby można było przewidzieć wszystkie możliwe sytuacje komunikacyjne, być może nie byłoby korków ulicznych, wypadków drogowych itd. I jeszcze jedna bardzo ważna cecha. Każdy z podanych układów stanowi pewną „organiczną całość", której nie można sprowadzić do sumy elementów. Układ jako całość ma pewne nowe w porównaniu ze swymi elementami właściwości. Takie własności zwierzęcia, jak agresywność, instynkty, są dla niego typowe jako dla „całości", zupełnie nie można ich odnieść do poszczególnych jego narządów. Układy, które mają przytoczone cechy, określa się mianem systemów wielkich.

37. ZE SŁOWNIKA CYBERNETYKA

1. alfabet
2. automat
3. gra
4. język

5. kooperacja

6. model

7. pamięć

8. reakcja

9. tropizm

10. zakłócenie

38. ATOM, NIE ATOM

1. Słońce, wszystkie planety, planetoidy, księżyce (na poziomie systemu nie interesuje nas już np. układ kontynentów, ukształtowanie powierzchni)

2. geografie poszczególnych państw i terytoriów niesamodzielnych

3. jednostki wojskowe różnych rodzajów broni (jeden żołnierz, czy drużyna nie jest ważna na poziomie tego systemu)

4. nauczyciele, uczniowie

5. centrala i wszystkie telefony wchodzące w skład sieci

6. narządy zewnętrzne i wewnętrzne

7. kółka i trybiki (wszystkie elementy mechaniczne)

8. komórki nerwowe (neurony)

9. atomy gazu (nie wchodzą w reakcję między sobą ani z naczyniem, struktura atomów nie jest ważna)

10. cząstki elementarne

39. SZUKAJCIE A ZNAJDZIECIE

Najlepszym rozwiązaniem jest wariant drugi, tzn. jadalnię przeszukuje tata, pokój rodziców — babcia, pokój babci — syn, pokój syna — mama. Prawdopodobieństwo znalezienia okularów zgodnie z wzorem na prawdopodobieństwo całkowite wynosi:

$$P = 0{,}7 \cdot 0{,}3 + 0{,}2 \cdot 0{,}1 + 0{,}8 \cdot 0{,}5 + 0{,}5 \cdot 0{,}1 = 0{,}68$$

w każdym innym przypadku prawdopodobieństwo to jest mniejsze. Rzecz jasna, dziesięć wymienionych wariantów nie wyczerpuje wszystkich możliwości przeszukania pokojów, bo jest ich 4! = 24. Ale nawet wtedy, gdybyśmy rozpatrzyli wszystkie 24 sytuacje, wymieniony wariant okazałby się również optymalny. W przypadku, gdybyśmy mieli do czynienia z większą liczbą osób i pokojów, musielibyśmy sprawdzić znacznie więcej wariantów. W tym przypadku metoda przeglądu poszczególnych wariantów mogłaby być niesłychanie żmudna, na szczęście istnieją metody (ogólnie nazywa się je programowaniem matematycznym), które pozwalają wyznaczyć rozwiązanie optymalne bez rozpatrywania wszystkich możliwości.

40. W KRAINIE PRZYSZŁOŚCI

1. Już dziś konstruowane są roboty, które mogą zastąpić człowieka w niektórych nieskomplikowanych czynnościach. Z roku na rok roboty będą, jak można przypuszczać, „inteligentniejsze" i rychło zapewne nadejdzie czas, kiedy będą one zdolne bez szczególnych wysiłków brać na siebie najbardziej męczące i zrutynizowane rodzaje ludzkiej działalności. Tak będzie nawet w gospodarstwie domowym — domowe roboty są już projektowane. Powinny one być zdolne do mycia naczyń czy sprzątania mieszkań, nakrywania do stołu itd. Istotną cechą robotów jutra będzie to, że w ich pamięci będzie zawarty model świata zewnętrznego, uformowany przez człowieka lub też stworzony przez sam ten sztuczny obiekt inteligentny, w wyniku samodzielnego zbierania wiadomości o otaczającym go świecie. Pozwoli to na działanie robota nie tylko zgodnie

ze sztywnym programem umieszczonym w jego pamięci czy też metodą prób i błędów — będzie on w stanie postępować podobnie do człowieka. Zanim podejmie jakiekolwiek decyzje, będzie modelować program swojego działania, planować je przy uwzględnieniu szczegółów okoliczności, w jakich się znalazł, oraz postawionego celu. Wszystko to, zdaniem wielu uczonych, będzie miało ogromne znaczenie, zwłaszcza w warunkach masowego zatrudnienia automatów-intelektualistów. Stanie wtedy przed ludźmi nowy problem — problem kierowania zespołami takich automatów w zakładzie pracy. Kto powinien operatywnie kierować zespołem automatów — swego rodzaju robot-kierownik czy też człowiek?

2. Automatyczne urządzenia centralnej rejestracji danych (CRD) znane są już obecnie, a pierwsze próby ich zastosowania podjęto już w 1954 w USA w zakładach atomowych i rafineriach nafty. Zasada działania CRD jest następująca: z wielu punktów pomiarowych zbiera ono wszystkie interesujące nas informacje, następnie żądaną informację, np. wartość mierzonego parametru, można wyświetlić na bieżąco, wydrukować lub zarejestrować na taśmach dziurkowanych, kartach perforowanych bądź na taśmach magnetycznych. Przewiduje się, że szeroko zastosowana CRD da nam wiele korzyści, np. w postaci uwolnienia obsługi od dokonywania i zapisywania wyników pomiarów, ponadto dokonany pomiar będzie notowany, co pozwoli człowiekowi na natychmiastową interwencję w razie odchylenia od normy. Bardziej złożone systemy CRD mogłyby przejąć również pewne funkcje nadzorcze, np. mogą one mieć zarejestrowane minimalne i maksymalne dopuszczalne wartości poszczególnych parametrów i alarmować w przypadku przekroczenia owych granic. Systemy CRD byłyby urządzeniami tańszymi od komputerów, a wyręczałyby je w łatwiejszych czynnościach. Możliwe byłoby również skojarzenie urządzeń CRD z komputerami w układ centralnej rejestracji i przetwarzania danych (CRPD). Układ taki potrafiłby opracować model opisujący dany obiekt lub proces, lub też opracować postulaty dla operatora przy podejmowaniu decyzji, a nawet samemu ją podjąć.

3. Przyszłość dokonywania tłumaczeń z jednego języka na drugi widzi się w wykorzystaniu do tego celu komputerów. Próby takie przeprowadza się również i dzisiaj, jednakże jakość tych tłumaczeń jest nienajlepsza. Jeżeli komputery dysponować będą bardzo dużą pamięcią, o stosunkowo krótkim czasie dostępu,

to możliwe będzie zanotowanie w niej nie tylko odpowiedników poszczególnych słów w obu językach, ale również stereotypowych zwrotów i nieprzetłumaczalnych idiomów. Prawdopodobnie rozwiązane zostanie też zagadnienie komunikacji z komputerem, tzn. nie trzeba będzie wprowadzać tłumaczonego tekstu w jakiejś specjalnej postaci. Urządzenia wejściowe komputera będą wówczas „czytać" znaki pisma ręcznego, nie mówiąc już o maszynowym. Z drugiej strony, możliwe będzie rozumienie przez komputer mowy ludzkiej, jak również wyprowadzanie tłumaczonego tekstu w postaci słowa mówionego.

4. Przekazywanie informacji na odległość jest dzisiaj niezbędne prawie w każdej sytuacji, zarówno wtedy, gdy w fabryce wydarzy się awaria, wymagająca zmian w toku pracy wydziałów produkcyjnych, jak i w przypadku konieczności wezwania pogotowia lekarskiego. Pomocy, jaką przyniesie telekomunikacja, może oczekiwać nie tylko przedsiębiorstwo, ale i każdy obywatel kraju. Łatwo przewidzieć, że z początkiem XXI w. będzie można realizować rozmowy telefoniczne na dalsze odległości o wiele łatwiej niż dziś, przy czym łączenie się z innym abonentem będzie w pełni zautomatyzowane. Łączność telefoniczna z centralą umożliwi abonentowi korzystanie z wielu usług koniecznych dla jego działalności zawodowej, naukowej itp. Będzie można np. zaopatrzyć swój aparat telefoniczny w przystawkę telewizyjną umożliwiającą widzenie rozmówcy, przesyłanie i odbiór rysunków i fotokopii, kierowanie do ośrodka obliczeniowego naszych poleceń, kierowanie pytań do „banków informacji" itp. Bardzo obiecujące wydaje się zastosowanie w systemach transmisji komputerów. Takie systemy zapewniające szybkie uzyskanie informacji pozwolą przejść do automatyzacji zarządzania, kolejnego po automatyzacji produkcji etapu rewolucji naukowo-technicznej. Zastosowanie komputerów umożliwi organizowanie sprawnych systemów gospodarczych, które dzięki bezbłędnemu i szybkiemu obiegowi informacji będą zdolne do natychmiastowego dostosowywania się do zmiennych sytuacji, do maksymalnie wydajnej i bezbłędnej, a więc optymalnej pracy. Takie ogromne organizmy gospodarcze będą mogły obejmować swym działaniem większe obszary kraju, cały kraj lub nawet kilka krajów.

5. Cybernetyka wydaje się w chwili obecnej jedyną nauką predestynowaną do rozpatrywania systemów

szczególnie złożonych, tzn. systemów wielkich. W chwili obecnej stawia się dopiero pierwsze kroki w rozwiązywaniu tych zagadnień, jednakże widać już możliwości np. sterowania rozwojem kraju poprzez sterowanie rozwojem gospodarki, nauki, techniki, ogółem zachowania ludności itd. Sterowanie takie polegałoby początkowo na wytyczaniu kierunków rozwoju na podstawie stanu teraźniejszego i poszukiwaniu właściwych metod oddziaływania metodą prób i błędów, później można by wypracować pewne algorytmy sterowania dające pożądane efekty, a nawet pokusić się o optymalizowanie tych algorytmów sterowania.

6. Przewiduje się, że w przyszłości projektowanie będzie wykonywał układ człowiek—komputer. Zadaniem człowieka będzie intuicyjne obymyślanie prób rozwiązań danego zagadnienia, natomiast komputer spełniać będzie rolę weryfikatora tych pomysłów. Zamiast np. budować kosztowne prototypy projektowanych urządzeń, można będzie szybko sprawdzić proponowane rozwiązania korzystając z modelu zawartego w pamięci komputera. Komputer też będzie mógł uwolnić projektanta od wielu czynności praco- i czasochłonnych, a w dużej mierze zrutynizowanych, jak np. przeliczanie wielu wariantów rozwiązania czy projektowanie pewnych stałych i niezmiennych elementów.

7. Z decyzją mamy do czynienia wówczas, gdy dokonać trzeba wyboru jednej spośród wielu możliwości działania, wyboru, który zależy oczywiście od celu, jaki chcemy osiągnąć. Zanim podejmiemy decyzję, z reguły musimy przeanalizować wiele wariantów, możliwości ryzyka, ewentualne straty itd. Podjęcie decyzji wymaga więc w większości sytuacji (poza rzeczywiście prostymi) zebrania bardzo wielu informacji i szczegółowego przeanalizowania ich. W ten sposób doszliśmy do momentu, w którym na scenę nieodwołalnie musi wkroczyć komputer. Można przewidywać, że w procesie podejmowania decyzji komputer może być użyty dwojako. Po pierwsze, może on uzyskać prawo ostatecznej decyzji — i tak będzie można postępować w stosunkowo nieskomplikowanym procesie technologicznym, np. przy sterowaniu przez komputer procesem wytopu stali. Nie należy, oczywiście, sądzić, że w przyszłości wszystkie takie procesy znajdą się poza kontrolą człowieka. Druga rola komputera — rola podpowiadającego różne możliwe warianty decyzji — nigdy nie straci znaczenia. Komputer może operować bardzo dużą masą informacji, przeanalizować je i po-

dać propozycje decyzji. Sama decyzja należałaby do człowieka.

8. Kosmonautyka od chwili swych narodzin była dziedziną maksymalnie nasyconą wszelkimi automatami. Już obecnie czytamy o „Łunochodzie", o automatycznych laboratoriach, o stacjach typu „Wenus", „Mars", „Mariner" itd., a ponieważ możliwości cybernetyki i automatyki są obecnie większe niż np. technologii, przewiduje się, że w przyszłości rola automatów w kosmonautyce jeszcze wzrośnie. Człowiek niestety jest ograniczony wielu barierami: czasu, wąskiego przedziału temperatury i ciśnienia, w których może egzystować, itd. Tak więc np. lot do odległych układów mogłyby odbywać same automaty, odpowiednio zaprojektowane, przekazując na Ziemię uzyskane informacje. Również badanie Wenus jest obecnie nie do pomyślenia przez człowieka nie uzbrojonego w tak ciężki sprzęt, że właściwie równie odizolowanego od środowiska jak operator zdalnie kierowanego automatu. Tak więc w gruncie rzeczy automaty miałyby do spełnienia podstawowe czynności. Niektórzy futurolodzy przewidują również możliwość cyborgizacji ludzi w celu przełamania wymienionych barier. Jednakże często uważa się, że związana z cyborgizacją ingerencja w organizm człowieka byłaby niedopuszczalna z punktu widzenia etyki.

9. Ilość informacji naukowej, jaka corocznie pojawia się na świecie, rośnie w bardzo szybkim tempie. Są dziedziny, w których bibliografia bibliografii zawarta jest w opasłych tomach. Odnalezienie w tej masie potrzebnej informacji o jakimkolwiek odkryciu naukowym trwa często dłużej niż opracowanie tego problemu od nowa. Technika dawno wkroczyła w dziedzinę informacji naukowo-technicznej — istnieją już na świecie biblioteki umieszczone na krążkach mikrofilmów. Ponieważ wzrost ilości magazynowanych informacji naukowo-technicznych przebiega lawinowo, do klasyfikowania i wyszukiwania potrzebnych informacji musiano zatrudnić komputery. Opracowana została międzynarodowa klasyfikacja informacji według poszczególnych działów nauki i techniki, która pozwala na szybkie odszukanie przy pomocy komputera wiadomości z poszczególnych działów. Poza tym opierając się na tzw. słowach kluczowych, komputer może odszukać publikacje na interesujący nas temat.

10. Jak dotychczas, istnieją trzy podstawowe rodzaje transportu: kołowy, wodny i powietrzny. Trans-

port wodny jest stosunkowo najtańszy, jednakże i najwolniejszy. Człowiekowi zaś zawsze chodziło o to, ażeby przesyłać towary i przenosić się samemu z miejsca na miejsce szybciej, taniej i wygodniej. Systemy transportu lądowego oparte na wykorzystaniu pojazdów kołowych zapewniają wygodę i względną taniość, lecz jeśli chodzi o prędkość, to ustępują transportowi samolotowemu. Ten ostatni ma jednak dwie podstawowe wady: zanieczyszcza środowisko i wymaga lotnisk, do których trzeba dojechać samochodem — co nieraz trwa dłużej od samego lotu. Przyszłość komunikacji widzi się w „skrzyżowaniu" transportu lądowego z powietrznym — zastosowaniu pojazdu utrzymywanego nad metalową szyną przez pole magnetyczne. Pojazdy tego typu byłyby sterowane automatycznie za pomocą komputera. Już obecnie zautomatyzowano niektóre systemy metra.

41. W KRAINIE FANTASTYKI

1. Frederic Brown — *Turniej*. Zilustrowana jest tu metoda poszukiwania rozwiązań poprzez wyciąganie wniosków ze skutków poszczególnych prób przeniknięcia przegrody. Przegroda ta jest przykładem czarnej skrzynki, której charakter rozpoznajemy analizując tylko bodźce i reakcje, a nie strukturę układu.

2. Borys Zubkow i Eugeniusz Muslin — *Bunt*. Występujący tu człowiek to przykład cyborga — hybrydy człowieka i urządzeń technicznych.

3. Konrad Fiałkowski — *Witalizacja kosmogatora*. Opowiadanie to ilustruje ideę skonstruowania komputerów, które będą zdolne do samoprzeprogramowywania się w zmieniających się warunkach (w tym przypadku w niepożądanym kierunku).

4. Frederic Pohl — *Monstrum*. Tu również mamy do czynienia z cyborgiem, ale o ile poprzednio żywy człowiek miał mechaniczne protezy, tu przeszczepiony mózg jest częścią urządzenia.

5. Luc Vigan — *Cyntia*. Chodzi tu o problem wymodelowania robota, odzwierciedlającego nie tylko postać i czynności ludzkie, ale również psychikę, i to odpowiednio ukształtowaną. Budową układu tzw. go-

lema będącego modelem psychiki ludzkiej zajmował się w Polsce Henryk Greniewski.

6. Stanisław Lem — *Ze wspomnień Ijona Tichego.* Jest tu wymodelowana psychika i świadomość już nie tylko jednego, ale wielu ludzi, zaludniających cały wyimaginowany świat.

7. Maurice A. Hugi — *Mechaniczne myszy.* Problem samoreprodukcji maszyn jest jednym z podstawowych, którymi zajmuje się cybernetyka wyższa — przykład takiej maszyny jest przedstawiony w tym opowiadaniu.

8. Arthur C. Clarke — *Halo, kto mówi?* Pokazany jest tu przebieg procesu samoorganizacji sieci komputerowej. Od braku organizacji, kiedy nie ma sprzężeń pomiędzy elementami, do organizacji złej (ów nocny telefon, porównany przez jednego z bohaterów do krzyku noworodka), aż do dobrej, kiedy system z całą świadomością odmawia posłuszeństwa człowiekowi.

9. Robert Sheckley — *Ptaki czujniki.* Są one przykładem układów uczących się. Dysponują początkowym programem i czerpiąc informacje z otaczającego świata przechodzą na wyższy stopień zorganizowania. Problem maszyny uczącej się jest również jednym z kluczowych zagadnień cybernetyki wyższej.

10. Isaac Asimov — *Ostatnie pytanie.* Opowiadanie to zawiera pewne akcenty metafizyczne, przedstawione jest tu jednak bardzo ważne zagadnienie, jak przeciwdziałać stałemu wzrostowi entropii Wszechświata, jego dążeniu do chaosu?

42. RNS

1. MIT — Massachusetts Institute of Technology — znana uczelnia amerykańska. Profesorem matematyki na tej właśnie uczelni był Norbert Wiener. „The Technology Press", instytucja wydawnicza MIT-u, była wydawcą jego książki *Cybernetyka, czyli sterowanie i komunikacja w zwierzęciu i maszynie.* Od tego czasu uczelnia przoduje w zakresie badań cybernetycznych.

2. EMC — jest popularnym skrótem określenia „elektroniczna maszyna cyfrowa". Na ogół rozróżnia

się dwa typy EMC — tzw. kalkulatory, czyli EMC sterowane nieautomatycznie, i komputery, czyli EMC sterowane automatycznie (program mieści się w pamięci operacyjnej maszyny).

3. WOGSC — jest skrótem angielskiej nazwy World Organization of General Systems and Cybernetics (w polskim tłumaczeniu — Światowa Organizacja Systemów Wielkich i Cybernetyki) — międzynarodowej federacji organizacji cybernetycznych, która zgodnie z uchwałą Międzynarodowego Kongresu Cybernetycznego w Londynie w 1969 skupia od 1970 pod patronatem UNESCO i ICSU (Międzynarodowej Rady Unii Naukowych) organizacje cybernetyczne z 27 krajów. Siedzibą WOGSC jest Blackburn w Wielkiej Brytanii. Przewodniczącym Międzynarodowego Komitetu Wykonawczego kierującego pracami organizacji jest William R. Ashby. Do zadań WOGSC należy m.in. popieranie i rozwijanie współpracy międzynarodowej w dziedzinie nauk cybernetycznych, organizowanie międzynarodowych sympozjów i kongresów, wydawanie czasopism oraz tworzenie instytutów i ośrodków badawczych.

4. IFAC — International Federation for Automatic Control — Międzynarodowa Federacja Automatyki — organizacja założona w 1957 z siedzibą w Genewie; zrzesza organizacje naukowe i techniczne poszczególnych krajów członkowskich; główne kierunki działalności dotyczą teorii i zastosowań automatyki, szkolenia fachowców, terminologii i bibliografii automatyki; aktualne problemy automatyki są referowane na organizowanych co trzy lata międzynarodowych kongresach IFAC. Polska jest jednym z członków-założycieli tej organizacji.

5. ALGOL jest skrótem pochodzącym od angielskiej nazwy Algorythmic Language, tzn. język algorytmiczny. Pod nazwą tą kryje się jeden z najważniejszych języków automatycznego programowania obliczeń numerycznych. Pierwsza wersja ALGOL-u opracowana została przez zespół naukowców z różnych krajów w 1958. Kolejne wersje tego języka powstały w 1960 i 1968 (tzw. ALGOL-60 i ALGOL-68). Na ich podstawie opracowuje się użytkowe języki programowania dla poszczególnych typów komputerów i ich rodzin. Zapis „algolowski” opiera się na symbolice algebraicznej oraz typowych zwrotach angielskich stosowanych w pracach matematycznych.

6. ELWRO — Wrocławskie Zakłady Elektroniczne. Największy w Polsce producent maszyn cyfrowych. Z ELWRO pochodzą maszyny cyfrowe serii ODRA, od ODRY 1003 do ODRY 1325. Obecnie Zakłady rozpoczynają produkcję maszyn zunifikowanych systemu RIAD.

7. ETO — skrót na oznaczenie pojęcia „elektroniczna technika obliczeniowa"; obok skrótu ETO używane są w podobnych znaczeniach EPD — elektroniczne przetwarzanie danych i API — automatyczne przetwarzanie informacji.

8. IBM — International Business Machines Corporation — największa amerykańska firma zajmująca się konstrukcją i produkcją komputerów. Firma ta, opracowująca oprogramowania do różnych typów produkowanych komputerów, stała się potęgą gospodarczą monopolizując właściwie rynek komputerów w krajach zachodnich.

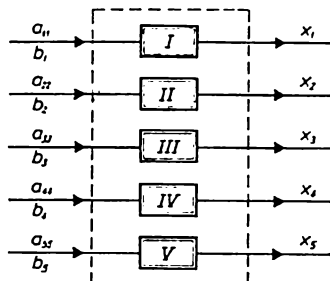
9. PERT (ang. Program Evaluation and Review Technique) jest skrótem określenia: Programowanie Etapów i Rewizja Terminów i jest nazwą jednej z nowoczesnych, od paru lat bardzo modnych metod tzw. analizy sieciowej. PERT służy do organizowania wielkich przedsięwzięć, w których wykonywaniu bierze udział wielu kooperantów i współwykonawców. Przy zastosowaniu komputerów pozwala ustalić optymalny, w sensie czasowym, harmonogram bardziej złożonych prac.

10. PTC, czyli Polskie Towarzystwo Cybernetyczne jest społecznym stowarzyszeniem naukowym, którego celem jest popieranie, krzewienie i popularyzacja nauk cybernetycznych i ich praktycznych zastosowań. Utworzone zostało w 1962 w Warszawie z inicjatywy H. Greniewskiego. Pierwszym prezesem Zarządu Głównego PTC był nieżyjący już Oskar Lange.

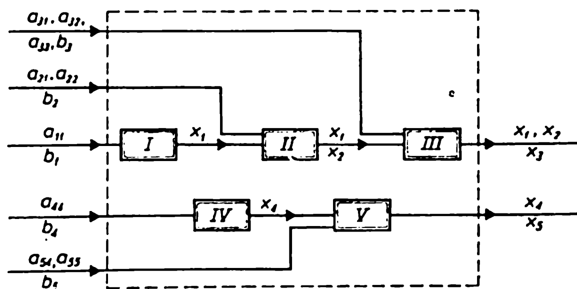
43. POMÓŻMY RACHMISTRZOM

1. Zacznijmy od postawienia sobie zadania: należy rozwiązać układ pięciu równań z pięcioma niewiadomymi; każde równanie zawiera jedną niewiadomą. Widać więc, że do rozwiązania tego kompleksowego zadania nie jest potrzebna jakaś szczególna organizacja współpracy pięciu rachmistrzów. Każdy z nich mo-

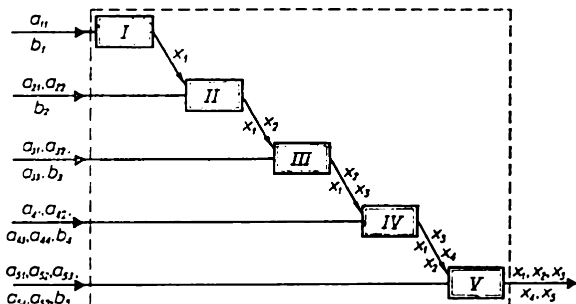
że być po prostu odpowiedzialny za swoje równanie — jest w stanie znaleźć rozwiązanie, jeśli będzie znał wartości *a* i *b*. Cały system składa się w gruncie rzeczy z pięciu autonomicznych (samodzielnych, niezależnych od pozostałych) podsystemów (rachmistrzów). Przedstawia go następujący schemat blokowy (linią przerywaną zaznaczono cały system):



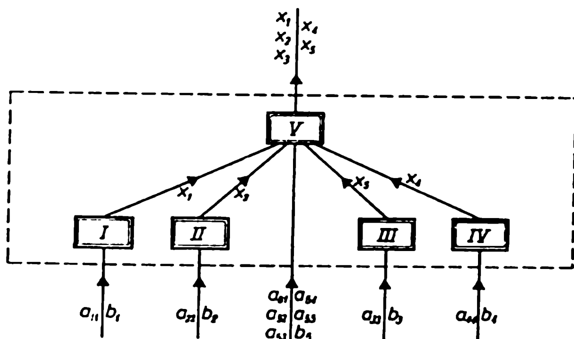
2. W tym przypadku rozwiązanie drugiego równania musi być poprzedzone rozwiązaniem pierwszego, a rozwiązanie równania trzeciego — rozwiązaniem obydwu pierwszych. Wymaga to już jakiejś organizacji, bo najpierw pierwszy rachmistrz musi odnaleźć swoje rozwiązanie, a następnie po pewnym czasie drugi. Ten ostatni przekazuje swoje rozwiązanie trzeciemu rachmistrzowi, który z kolei rozwiązuje swoje równanie. Ci trzej rachmistrze muszą więc być powiązani ze sobą w sposób szeregowy. Podobnie zresztą rachmistrz czwarty z piątym. Praca trzech pierwszych rachmistrzów nie zależy od pracy dwóch pozostałych, więc cały system składa się z dwóch autonomicznych podsystemów o strukturach szeregowych.



3. Z układu widać, że wszyscy rachmistrze muszą być powiązani szeregowo, bo każde następne równanie może być rozwiązane, gdy zostały rozwiązane równania poprzednie.

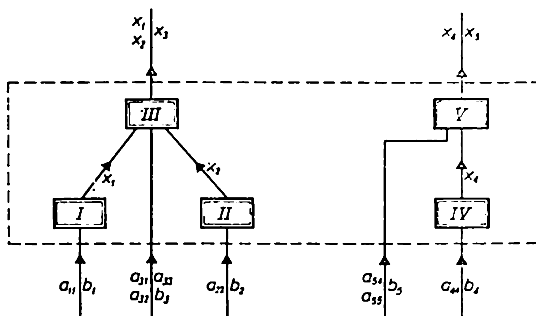


4. W tym przypadku czterech rachmistrzów może rozwiązywać cztery pierwsze równania bez jakichkolwiek sprzężeń między sobą, piąty zaś rachmistrz może rozwiązać swoje równanie tylko w oparciu o wyniki, które otrzyma od pozostałych. System ma zatem strukturę hierarchiczną dwupoziomową z brakiem sprzężeń poziomych (między czterema rachmistrzami).

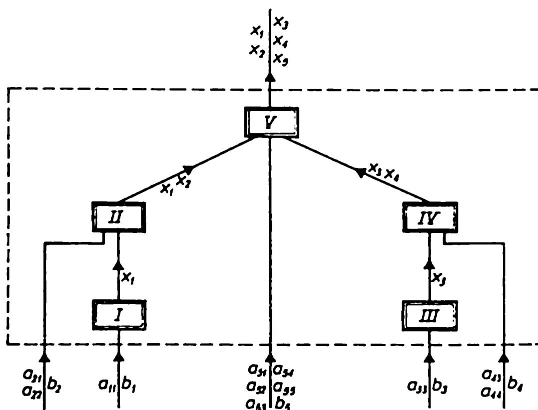


5. Ponieważ pierwsze trzy równania nie zawierają x_4 i x_5, a równania czwarte i piąte nie zawierają zmiennych x_1, x_2 i x_3, więc cały system składa się z dwóch autonomicznych podsystemów — jednego o strukturze hierarchicznej dwupoziomowej (trzech pierwszych

rachmistrzów) i drugiego o strukturze szeregowej (rachmistrz czwarty i piąty).

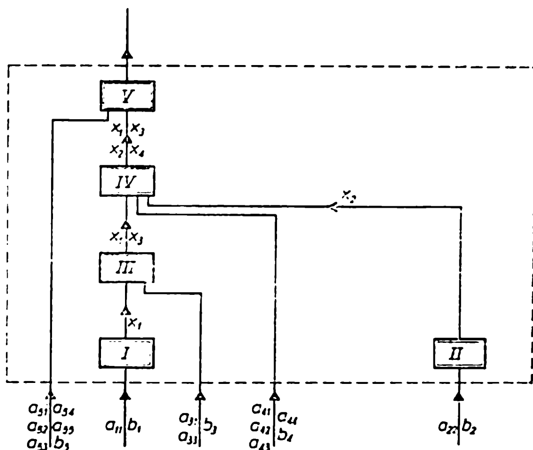


6. Jak wynika z postaci układu równań, system nasz musi mieć strukturę hierarchiczną trójpoziomową, na szczycie której znajdować się musi rachmistrz piąty, bo ten jest uzależniony od wszystkich pozostałych.

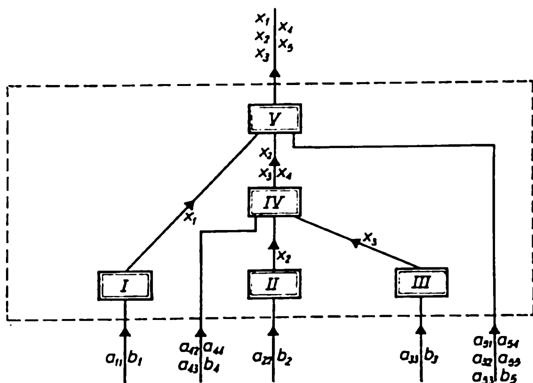


7. W tym przypadku system będzie mieć aż czteropoziomową strukturę, w której na najwyższym poziomie znajduje się piąty rachmistrz; piąte równanie wy-

maga uprzedniego rozwiązania czterech pozostałych równań.

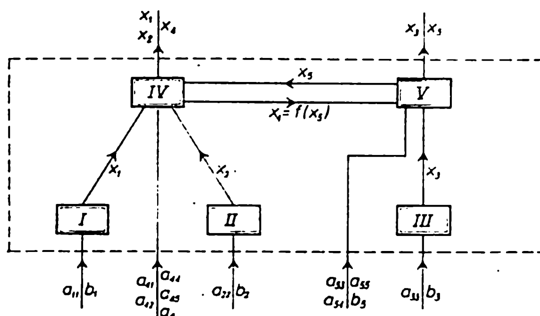


8. Tutaj wystarczy zaprojektować trójpoziomową strukturę dla naszego systemu — na najniższym poziomie realizuje swoje zadanie rachmistrz pierwszy,

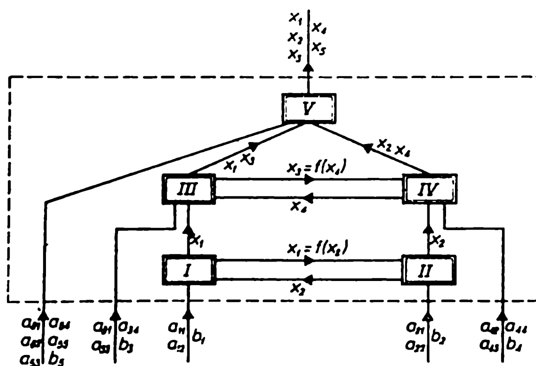


drugi i trzeci, wyżej czwarty i na najwyższym poziomie piąty.

9. W tym układzie równań można zauważyć pewien nowy element — równania czwarte i piąte muszą być rozwiązywane jednocześnie, więc rachmistrz czwarty i piąty muszą się nazwajem komunikować, jak to przedstawiono na rysunku.



10. Podobnie jak w poprzednim przykładzie, tym razem pojawią się w strukturze hierarchicznej systemu sprzężenia „poziome" na poziomie pierwszym — między pierwszym i drugim rachmistrzem oraz na poziomie drugim — między rachmistrzem trzecim i czwartym.



44. JAK POMAGA?

1. Związki między medycyną a cybernetyką są żywe od samego początku istnienia tej ostatniej. Zastosowanie cybernetyki w medycynie daje szanse lepszego poznania zasad łączności i sterowania w ustroju ludzkim, zbadania mechanizmów samoregulacji i oddziaływań zwrotnych pomiędzy różnymi układami i na różnych poziomach, określenia zasad kodowania, przetwarzania i dekodowania informacji. Dzięki cybernetyce dokonano analizy zasad działania ustroju jako agregatu samoregulatorów, sterujących automatycznie procesami wegetatywnymi i warunkujących utrzymanie homeostazy w złożonym środowisku wewnętrznym i zewnętrznym. Nakreślono ogólną teorię bioelektroniczną i bioenergetyczną wyjaśniającą mechanizm działania żywych układów jako biologicznych serwomechanizmów, a pracę mózgu jako gigantycznej matrycy bioelektrochemicznego zapamiętywania. Zastosowano również w medycynie najnowsze rozwiązania techniczne, m.in. komputerową diagnostykę chorób, automatyzację wykonywania analiz laboratoryjnych i opracowywania ich wyników, np. elektrokardiogramów, oraz automatyzację wielokanałowej aparatury kontrolno-pomiarowej. A więc cybernetyka pozwoli na zastąpienie przez komputer lub inne urządzenia automatyczne wykonywanych przez lekarza zrutynizowanych czynności. Zaoszczędzony w ten sposób czas lekarz będzie mógł poświęcić na kontakt z pacjentem.

2. Dzięki zastosowaniu metod cybernetyki, a zwłaszcza teorii informacji, językoznawcy otrzymali dobre narzędzie badań. Pomaga ono np., dzięki statystycznej analizie zjawisk językowych, określić datę rozdzielenia się języków: angielskiego i niemieckiego, ułatwia badanie stylu i autorstwa dzieł literackich, rekonstrukcję uszkodzonych fragmentów tekstu. Ogólna teoria kodów pozwala na lepsze zrozumienie struktury języka.

3. Technika jest jedną z tych dziedzin, z których rozwinęła się cybernetyka. Początkowo metody cybernetyczne, może nawet nie całkiem świadomie, rozwijano oddzielnie w automatyce, radiotechnice, maszynach matematycznych. Obecnie w technice metody cybernetyczne stosowane są głównie do badania procesów sterowania dowolnymi układami technicznymi

bez odwoływania się do ich natury fizycznej oraz do konstruowania efektywnych algorytmów sterowania układami czy procesami. Metody te pozwalają na opracowanie algorytmów sterowania przebiegiem np. syntezy danego związku chemicznego, procesu wzbogacania rudy, kierowania pracą maszyn w fabrykach itp.

4. Zastosowanie metod cybernetyki do pedagogiki przyniosło opracowanie tzw. nauczania programowego. Polega ono na sterowaniu przekazywaną treścią lekcyjną stosownie do indywidualnych postępów każdego ucznia z osobna i stara się możliwie maksymalnie wykorzystać sprzężenie zwrotne podręcznik—uczeń, posługując się wieloma pomocami: podręcznikiem programowanym, maszynami egzaminującymi, a nawet komputerami. Istnieje wiele różnych metod nauczania programowanego, m.in. metody: luk konstrukcyjnych, błądzenia naprowadzającego, utrudnień regulowanych itd. Początkowo metody te stosowano opracowując podręczniki programowane, krokiem naprzód było zastosowanie do nauczania programowanego komputerów, a nawet całych systemów komputerowych, w których rolę maszyn „nauczających" przejmują poszczególne ekranopisy. Systemy takie, np. IBM-1500, umożliwiają jednoczesną obsługę kilkudziesięciu uczniów w zakresie różnych przedmiotów. Systemy te pracują w odpowiednich językach programowania (np. ADEPT, PLANIT, SKOOLBOL, LOGO), specjalnie dostosowanych do układania zajęć programowanych. Użycie takich języków zmniejsza pracochłonność opracowania podręczników programowanych, które z reguły nie są już drukowane, ale przechowywane w postaci kodowej na taśmie magnetycznej. Jednakże mimo to dla opracowania kursu 1-godzinnego potrzeba 40—200 godzin pracy, co znacznie ogranicza zastosowanie tych metod. Metody te będą przy większym ich rozpowszechnieniu dużą pomocą dla nauczyciela, ale oczywiście nie negują jego wiodącej roli w procesie nauczania.

5. Zakres stosowania metod cybernetyki w biologii jest bardzo szeroki, o części tych zagadnień wspomniano w punkcie mówiącym o cybernetyce w medycynie. Zastosowanie metod cybernetycznych pozwala na tworzenie modeli teoretycznych i fizycznych odwzorowujących aktualne teorie i hipotezy dotyczące powstania życia na ziemi, ewolucji itp. Poszukiwanie analogii między właściwościami funkcjonalnymi organizmów żywych i urządzeń technicznych ma doniosłe znaczenie poznawcze dla nauk biologicznych (jedno-

cześnie wpływa na przyspieszenie postępu w wielu dziedzinach techniki). Zastosowanie teorii informacji w biologii przyczyniło się m.in. do lepszego poznania kodu genetycznego, a co za tym idzie, tajników reprodukcji i dziedziczności.

6. W badaniach socjologicznych obiektem jest grupa społeczna, zbiorowość społeczna, instytucja itp. Są to wszystko przykłady znanych w cybernetyce systemów wielkich. W chwili obecnej metody badania systemów wielkich nie zostały przez cybernetykę szczegółowo opracowane. Jednakże z chwilą, kiedy takie metody powstaną i okrzepną, znajdą szerokie zastosowanie w socjologii do badania szeregu zależności wewnątrz poszczególnych grup społecznych, czy pomiędzy nimi.

7. Podobnie w psychologii, gdzie obiektem badań jest najbardziej skomplikowany z istniejących na Ziemi systemów — mózg ludzki, potrzebne jest jeszcze dopracowanie metod badania systemów wielkich, aby mogły one znaleźć szerokie zastosowanie. Nie oznacza to jednak, że dotychczas cybernetyka nic nie przyniosła psychologii; udało się stworzyć pewne modele cybernetyczne tłumaczące np. zjawiska zaburzeń czynności zarządzania organizmem ludzkim, czyli problemy psychopatologii.

8. Głównym osiągnięciem zastosowania metod cybernetyki w ekonomii był rozwój i sukcesy badań operacyjnych, a zwłaszcza programowania liniowego i analizy sieciowej. Pomagają one np. ułożyć optymalną dietę, optymalnie przydzielić pracę poszczególnym maszynom, optymalnie rozplanować czas wykonania szeregu czynności, znaleźć optymalną drogę itp. Prowadzone są też badania nad budową modeli makroekonomicznych, które pozwoliłyby na opracowanie algorytmów sterowania dużymi zakładami przemysłowymi, czy nawet poszczególnymi gałęziami gospodarki.

9. Wojskowemu cybernetyka umożliwia opracowywanie optymalnych decyzji, przygotowywanie optymalnych planów operacji wojskowych, optymalnych kierunków rozwoju techniki wojskowej itp., opierając się głównie na analizie obiegu informacji (zbieranie, przesyłanie, przetwarzanie i przechowywanie). Jeśli chodzi o sprawy istotne na niższym stopniu dowodzenia, cybernetyka umożliwia np. rozszyfrowywanie depesz przeciwnika.

10. Mimo że nie zdajemy sobie z tego sprawy, szereg udogodnień naszego życia zawdzięczamy bezpośrednio lub pośrednio cybernetyce. Bezpośrednio zawdzięczamy cybernetyce szereg urządzeń automatycznych, takich jak automatyczna klimatyzacja, regulacja świetlna, nowoczesna łącznica telefoniczna, pośrednio zaś — szereg urządzeń, których w związku z ich obecnym dużym stopniem skomplikowania nie można byłoby zaprojektować i skonstruować bez pomocy komputerów.

45. WIELKA KARIERA MASZYN MATEMATYCZNYCH

1. W maszynie ciągłego działania, czyli analogowej, cyfry występują jako wielkości fizyczne, których miara oznacza liczby (np. napięcie 2 V oznacza liczbę 2). Operacjom matematycznym odpowiadają zmiany fizyczne polegające na manipulacjach wielkościami fizycznymi. W wyniku szeregu manipulacji powstaje dalsza wielkość fizyczna, której miara oznacza liczbę stanowiącą rozwiązanie zadania. A zatem w maszynach analogowych oddzielne cyfry występują jako ciągłe zmiany jakiejś wielkości fizycznej, np. odległości lub oporu elektrycznego. Podstawowym mankamentem tych maszyn są dość duże błędy względne uzyskiwanych za ich pomocą wyników, gdyż ich dokładność jest określona dokładnością przyrządów pomiarowych mierzących wielkości fizyczne. Najprostszym przykładem maszyny analogowej jest suwak logarytmiczny.

2. Maszyny działania dyskretnego, czyli cyfrowe, zbudowane są w zupełnie inny sposób niż analogowe. Tutaj liczba jest reprezentowana nie przez ciągłą wielkość fizyczną, lecz przez odpowiednik swojej postaci cyfrowej, przy czym do wyrażenia poszczególnych cyfr są przeznaczone specjalne elementy. W maszynach cyfrowych stosuje się system liczenia odmienny od powszechnie stosowanego systemu dziesiętnego — jest to tzw. system dwójkowy.

3. Maszyny pierwszej generacji technologicznej opierają się na lampach elektronowych. Polskimi komputerami pierwszej generacji były m.in. ZAM-2 i UMC-1. Czasem mówi się, że pierwszą generację poprzedziła jeszcze zerowa generacja maszyn opartych na przekaźnikach elektromechanicznych.

4. Do drugiej generacji zalicza się maszyny cyfrowe, w których lampy zastąpiono elementami półprzewodnikowymi (tranzystory, diody). Do produkcji wprowadzono je ok. 1958. Do tej generacji należą m.in. ZAM-41, ODRA 1204, ODRA 1304.

5. W maszynach trzeciej generacji proste elementy półprzewodnikowe zastąpiono układami scalonymi o tzw. standardowej skali integracji. Do produkcji wprowadzone zostały ok. 1965. Zalicza się tutaj maszyny ODRA 1305, ODRA 1325.

6. Cechy charakterystyczne maszyn czwartej generacji nie zostały do chwili obecnej jednoznacznie uzgodnione. Na ogół jako wyróżnik poziomu czwartej generacji przyjmuje się technologię układów scalonych o wyższych stopniach integracji (wyższy stopień integracji oznacza, że w tej samej objętości można umieścić układ o kilkaset razy większych możliwościach logicznych niż w układach o tak zwanej standardowej skali integracji — maszyny trzeciej generacji) i modularność składników systemu liczącego.

7. Maszyny te, charakteryzujące się niewielką pojemnością pamięci, zmuszały użytkowników przy rozwiązywaniu bardzo dużych wieloczynnościowych zadań do ciągłego przesyłania danych i wyników od jednego do innego zespołu maszyny, wpisywania informacji, wprowadzania jej na powrót do komputera itd. Tak zorganizowany komputer ma tylko jeden kanał, którym odbiera od człowieka informacje. Wyklucza to możliwość użycia maszyny tej generacji np. do sterowania niektórymi procesami produkcyjnymi, gdzie o wydaniu prawidłowych dyspozycji decyduje uwzględnienie kilku informacji jednocześnie.

8. Druga generacja organizacyjna komputerów charakteryzuje się tym, że niektóre bloki funkcjonalne maszyny zyskują pewną „samodzielność", mogą wykonywać swoje zadania niezależnie od siebie, np. wymiana informacji między urządzeniami komunikacyjnymi lub pamięcią pomocniczą a pamięcią operacyjną nie wpływa na pracę arytmometru. Jednakże nie likwiduje to całkowicie przerw w liczeniu, ponieważ komputer musi mimo wszystko często oczekiwać na wprowadzenie danych potrzebnych do rachunków.

9. Komputery tej generacji charakteryzują trzy zasadnicze cechy:

— wieloprogramowość — jest to nowy podział czasu pracy komputera, w którym wykonuje się wiele programów jednocześnie; każda chwila wolnego czasu pozostawiona przez jeden program w którymkolwiek bloku funkcjonalnym jest natychmiast wypełniana wykonaniem innego programu;
— wielodostępność — uzyskiwana przez dołączenie do komputera wielu urządzeń komunikacyjnych mogących działać jednocześnie; maszyna poświęca każdemu z użytkowników część swego czasu i określony fragment swej pamięci; w ten sposób każdy z nich dysponuje maszyną jak gdyby mniejszą i wolniejszą, ale pracującą wyłącznie dla niego;
— wielomaszynowość — różne jednostki systemu komputerowego wykonują równocześnie różne działania; w skład systemu wchodzą różne urządzenia wejścia i wyjścia, różne rodzaje pamięci, a nawet całe oddzielne komputery.

10. Czwarta generacja jest rozwinięciem trzeciej generacji, ale na razie znajduje się w stadium koncepcji. Będzie to prawdopodobnie tzw. „maszyna sieciowa", czyli właściwie duża liczba komputerów połączonych ze sobą nawzajem. Różnica między wielomaszynowym systemem trzeciej generacji a tym systemem ma polegać na tym, że w owej sieci dla każdego przedstawionego jej problemu będzie automatycznie wybierany taki zespół komputerów, który zagwarantuje najszybsze i najprostsze rozwiązanie.

46. RUSZ GŁOWĄ!

1. Każdy z istniejących na Ziemi układów jest układem względnie odosobnionym i z pewnego punktu widzenia zawsze można mu przypisać zarówno wejścia, jak i wyjścia. Astronomowie operują jednak pojęciem tzw. „czarnej dziury". Jest to miejsce szczególne. Zarówno materia, energia, jak i informacja mogą przepływać tylko w jednym kierunku: od nas do „czarnej dziury". Jest to układ mający tylko wejście i nie mający wyjścia.

2. Wiadomość znana nam wcześniej nie likwiduje żadnej niepewności, w związku z czym nie niesie żadnej informacji.

3. Z czterech powodów:

— łatwiej jest skonstruować komputer wyróżniający 2 stany niż np. 10; 0 — oznacza brak prądu, 1 — jego obecność;
— zapis dwójkowy jest najbardziej ekonomiczną metodą zapisu liczb;
— przetwarzanie informacji wewnątrz komputera jest związane z wyborem jednej możliwości, a najszybsze odnalezienie wśród podziałów całkowitoliczbowych zapewnia dychotomia (podział na dwie części); wśród podziałów w ogóle — złoty podział;
— sieć logiczna komputera (skonstruowana w oparciu o prawa logiczne) operuje zmiennymi logicznymi. a przeznaczona jest do prowadzenia operacji matematycznych, więc dokonywanych na zmiennych algebraicznych; przejście od zmiennych algebraicznych do logicznych osiąga się przez nadanie tym pierwszym tylko 2 wartości: 0 i 1.

4. Komputer był widać źle zaprogramowany i jako kryterium najlepszego lekarstwa podano mu zminimalizowanie liczby chorych na tę chorobę. Najradykalniejszym zaś sposobem zminimalizowania liczby chorych jest rzeczywiście wytrucie ich. Zapomniano tu dokonać ograniczenia, że chorzy powinni wyzdrowieć, a nie umrzeć. Komputer musi mieć podane wszystkie niezbędne dane, nawet takie, które są oczywiste dla człowieka, aby prawidłowo wykonać swoją pracę.

5. Tak, jest to możliwe. Dysponując wieloma zawodnymi elementami i łącząc je wieloma sprzężeniami, przede wszystkim równoległymi i zwrotnymi, możemy uzyskać dzięki zwielokrotnieniu elementów (zamiast jednego potrzebnego montujemy równolegle np. dziesięć) i istnieniu kontroli (poprzez sprzężenia zwrotne) układ działający względnie niezawodnie.

6. Powinien on napisać wiadomość jak najbardziej rozwlekle, podając nadmiar informacji, np. określając kilkakrotnie miejsce, gdzie się znajduje, lub wysyłając kilka pism tej samej treści. W razie zamoknięcia jedna z kopii będzie na pewno zawierać informacje, których brak na innych.

7. Współistnieją tu ze sobą sprzężenia zwrotne dodatnie, powodujące palenie się świecy, i sprzężenia zwrotne ujemne, stabilizujące płomień w określonych granicach.

---

8. Nie. Również w źle działającym przedsiębiorstwie istnieje organizacja — występują sprzężenia między dyrekcją i poszczególnymi działami, ale jest to organizacja zła, bo sprzężenia są przypadkowe i chaotyczne.

9. Język taki byłby możliwy. Można go stworzyć bardzo łatwo, jednakże niemożliwością byłoby posługiwanie się takim językiem na co dzień. W warunkach istnienia wielu zakłóceń, każde przekłamanie zmieniałoby znaczenie słowa. W językach zaś naturalnych jest dużo przekłamań takich, że możliwe jest odtworzenie pierwotnego znaczenia dzięki nadmiarowi informacji zawartemu w wiadomościach formułowanych w tych językach.

10. Oczywiście nie. Winnym takiej decyzji może być tylko ten, kto zaprogramował komputer tak, aby uwzględniał jako jedyne kryterium optymalności wielkość zysku przedsiębiorcy. Decyzja redukcji zatrudnienia, w warunkach kiedy miałoby to zwiększyć zysk, była jedynie prostą konsekwencją takiego zaprogramowania.

47. CO TO JEST SŁOŃ?

1. Zatrucia grzybami zdarzają się wtedy, kiedy biorą je, a potem spożyją ludzie, którzy nie umieją prawidłowo rozróżniać grzybów. Niektóre grzyby trujące są tak podobne do jadalnych, że trzeba znać dokładnie cechy różniące te grzyby, aby ich nie pomylić. Ludzie dysponujący zbyt małą ilością informacji o gatunkach grzybów nie rozróżniają poszczególnych gatunków, a tym samym mylą grzyby jadalne z niejadalnymi.

2. Otwarcie zamka polega na rozpoznaniu przez zamek właściwego klucza. Jeżeli wszystkie wycięcia i ząbki klucza odpowiadają ząbkom i wycięciom w zamku, zamek rozpoznaje klucz jako właściwy, czego widocznym dla nas efektem jest otwarcie się drzwi. Jeżeli zamek otwiera się po włożeniu jakiegokolwiek klucza, oznacza to, że właściwy klucz zawiera tylko jeden bit informacji, likwiduje niepewność: jest klucz, nie ma klucza. Im więcej nacięć i ząb-

ków na kluczu, tym więcej informacji on zawiera, gdyż istnieje wiele różnych kombinacji tych nacięć i ząbków, a więc i możliwych kluczy. Zamek, który można otworzyć wytrychem, ma mało informacji o właściwym kluczu i dlatego można go otworzyć prawie każdym odpowiednio zagiętym kawałkiem metalu.

3. Instynkt karmienia u ptasich rodziców wyzwalany jest przez widok rozwartych dziobków piskląt. Aby rozpocząć karmienie, muszą oni dostrzec i właściwie rozpoznać ten sygnał. Kukułka podrzuca swoje jajko mniejszym ptakom; mała kukułka jest dużo większa od piskląt tych ptaków. O wiele większy, rozwarty dziób pisklęcia kukułki jest bodźcem najsilniejszym i on pierwszy zostaje właściwie rozpoznany. Ptasi rodzice karmią więc przede wszystkim to pisklę, zaniedbując własne.

4. W linotypie w poszczególnych kanałach magazynu znajdują się matryce, czyli płytki, których podstawą jest forma do odlewania czcionek. Naciskając odpowiednie klawisze aparatu składającego zecer zestawia z matryc wiersze, a później, kiedy wiersz jest już odlany, matryce wracają automatycznie na swoje miejsce. Aby podczas rozbierania zestawionego z matryc wiersza mechanizm mógł rozpoznać litery, każda matryca ma 7 par ząbków spiłowanych w rozmaitych kombinacjach odrębnych dla każdego znaku drukarskiego. Ząbki matryc linotypowych zewnętrznie przypominają pióro klucza. W tej samej kolejności, co w złożonym wierszu matryce przesuwają się po szynie rozdzielczej nad wlotami do kanałów magazynów. Szyna rozdzielcza ma siedem par podłużnych występów, na których w odpowiednich miejscach są przerwy. Matryce trzymają się na występach zębami — oczywiście tymi, które nie są spiłowane, i przechodzą kolejno przez wszystkie odcinki szyny. Jeśli każdemu nie spiłowanemu ząbkowi odpowiada przerwa w szynie rozdzielczej, to matryca wpada do kanału magazynu.

5. Aby udostępnić niewidomym normalnie drukowane teksty, trzeba skonstruować urządzenie czytające (np. za pomocą fotokomórki) tekst drukowany i przyporządkowujące każdej literze jej sygnał dźwiękowy. Wymaga to jednak umiejętności właściwego rozpoznania danej litery niezależnie od aktualnego kształtu czcionki. Projekt takiego urządzenia przedstawili po raz pierwszy, w okresie powstawania cybernetyki, McCulloch i Pitts.

6. Zautomatyzowanie procesu diagnozy chorób serca wymagałoby skonstruowania urządzenia rozpoznającego wykresy elektrokardiografu. Pierwsze próby skonstruowania takich urządzeń zostały już przeprowadzone. W pamięci urządzenia musiałyby się znaleźć elektrokardiogramy zdrowego człowieka oraz ludzi cierpiących na określone dolegliwości sercowe. Urządzenie porównywałoby elektrokardiogram badanego z zapamiętanymi wzorcami i zaliczałoby go do jednej z klas, określając, jaka choroba w danym przypadku występuje (ewentualnie rozpoznając pacjenta jako zdrowego).

7. W styczniu 1957 odbyła się demonstracja pierwszego angielskiego automatu czytającego „Salarton-Era". Napisane na maszynie teksty czytał on z szybkością 120 znaków na sekundę. Analiza obrazu litery i przekształcenie go w szereg kolejnych sygnałów „czarne-białe" w „Erze" odbywa się za pomocą omiatającego promienia—punktu świetlnego, rzucanego przez układ optyczny z ekranu lampy elektropromiennej na znak. Promień odbija się od niego i pada na katodę fotopowielacza. Cała późniejsza praca elektronicznej pamięci i logiki sprowadza się do tego, aby odfiltrowawszy zniekształcenia pochodzące od specyficznych cech czcionek maszyny do pisania, niewyraźnego odbicia się liter i innych przypadkowych usterek rozpoznać znak — cyfrę lub literę. W tym celu maszyna ma układ sygnałowy niewiele ustępujący rozmiarami i złożonością prawdziwej maszynie matematycznej. Układ odnajduje w pamięci idealny znak, utożsamia go z przeczytanym i wysyła rozkaz do maszyny liczącej lub odbiornika dalekopisu.

8. Jest to nie tylko możliwe, ale już obecnie realizowane. Do tego, ażebyśmy mogli sterować komputerem za pomocą głosu, musi on być wyposażony w urządzenie rozpoznające dźwięki mowy. Ponieważ wypowiadane słowa mogą się różnić intonacją i barwą głosu, urządzenie takie musi się nauczyć rozpoznawać poszczególne dźwięki. Pojawiły się specjalne urządzenia, przyjmujące informacje przez telefon i po przetworzeniu jej przekazujące ją z powrotem również przez telefon. Jedno z takich urządzeń rozpoznaje do 250 słów, a można mieć nadzieję, że niedługo pojawią się i takie, które będą rozpoznawać do 1000 słów. Warto zauważyć, że za pomocą 54 słów można utworzyć około 4000 rozkazów dwuwyrazowych, co jest liczbą wystarczającą, żeby sterować złożonym agregatem czy komputerem.

9. Jest ono możliwe przy zastosowaniu tzw. perceptronów samoorgnizujących się. Perceptrony te zmieniają w czasie pracy swoją zasadę podejmowania decyzji klasyfikującej i same określają cechy obiektu pozwalające najefektywniej realizować proces rozpoznawania. Do klasycznych przykładów perceptronów samoorganizujących się należy perceptron Rosenblatta.

10. Maszyna ucząca się jest urządzeniem, które można nauczać, a więc którego wewnętrzne działanie daje się stopniowo zmieniać za pomocą prostych reguł nauczania, tak by pewne wyniki zostały wyróżnione. Maszyny takie nazywa się często układami samoorganizującymi się, ponieważ zmiana organizacji wewnętrznej przebiega automatycznie. Niezbędną wiedzę maszyna zdobywa na zasadzie gromadzenia doświadczeń podczas procesu uczenia się. Przykładem zastosowania może być uczenie się klasyfikacji. Maszyna uczy się na pewnej liczbie określonych wzorów, np. fotografii różnych typów chmur poklasyfikowanych zgodnie z zasadami znanymi z meteorologii. Po odpowiednim treningu na takich próbkach maszyna wytwarza sobie pewien zestaw kryteriów, na podstawie których może następnie szybko (szybciej niż człowiek) dokonać klasyfikacji typu chmur. Podobne maszyny uczące się mogą być zastosowane do rozpoznawania dźwięków mowy, rozpoznawania obiektów, tłumaczenia czasopism obcojęzycznych; maszyna ucząca się, wyposażona w odpowiednie zdolności, może też sprostać wielu zadaniom stawianym wysoko kwalifikowanym pracownikom, od których nie wymaga się tylko zbyt wiele myślenia.

48. „KURIER CYBERNETYCZNY" DONOSI...

1. Maszyna matematyczna prawie na pewno nie będzie mogła urodzić „dziecka" i w tym sensie zostać „matką". Jednakże możliwe jest „rozmnażanie się" maszyn, przyrównać je można do rozmnażania wirusów. Proces taki do tej pory nie został jeszcze zrealizowany, ale już w 1950 John von Neumann udowodnił twierdzenie o możliwości zbudowania maszyny zdolnej do samoreprodukcji, bo tak określa się rozmnażanie się maszyn. Maszyna taka składałaby się z kompletu bloków logicznych oraz z niezmiennego

zestawu przełączników sterujących, których położenia określają jednoznacznie rodzaj zbudowanej maszyny, i działałaby jako maszyna Turinga, wytwarzając taśmę zawierającą swój własny opis. Taśma taka przekazana byłaby do maszyny budującej, składającej się z zapasu bloków logicznych i z urządzeń do ustawiania położeń przekaźników, która odczytywałaby taśmę, wybierała odpowiednie bloki z zapasu i ponownie odczytując taśmę ustawiała przełączniki w położeniach odpowiadających położeniu przełączników maszyny pierwotnej. W ten sposób powstałby potomek pierwotnej maszyny identyczny z nią pod każdym względem.

2. Wykonanie operacji wymaga urzeczywistnienia jakiegoś zjawiska fizycznego. Najkrótsze ze znanych zjawisk fizycznych — reakcje jądrowe wielkiej energii trwają ok. 10^{-23} s. Typowe dla mechaniki kwantowej są: tzw. comptonowska długość fali równa 3.9×10^{-11} cm i czas 10^{-21} s potrzebny do przebycia przez promień świetlny tej odległości. Załóżmy, że umielibyśmy skorzystać ze zjawisk mechaniki kwantowej w technice obliczeniowej, wtedy szybkość maszyny cyfrowej mogłaby wynieść 10^{21}—10^{23} operacji na sekundę, jednak wykonanie 10^{30} operacji dodawania na sekundę pozostaje przy tych metodach sprawą beznadziejną.

3. Mecze szachowe pomiędzy komputerami rozgrywane są już od 1966. Pierwszy taki mecz pomiędzy czterema komputerami amerykańskimi i radzieckimi zakończył się zwycięstwem tych ostatnich w stosunku 3 : 1. Dwie partie komputery radzieckie wygrały, a dwie zremisowały. Mimo to komputery prezentują dziś dość niski poziom i w meczu z dobrym szachistą-człowiekiem zawsze przegrywają. Nie oznacza to jednak, że w przyszłości nie będą one mogły grać z człowiekiem jak równy z równym, a nawet w każdym przypadku wygrywać. Istotnym czynnikiem wpływającym na polepszenie gry byłoby opracowanie doskonalszych programów uczenia się komputerów.

4. Znany fantastyce naukowej od czasu Wellsa wehikuł czasu nie ma wiele wspólnego z cybernetyką, mimo że od niej oczekuje się często urzeczywistnienia nie zrealizowanych marzeń ludzkości. Rozwiązania problemu podróży w czasie można by raczej oczekiwać, o ile jest to w ogóle możliwe, od fizyków zajmujących się teorią czasoprzestrzeni.

5. Podobnie jak samoreprodukcja maszyn możliwa jest reprodukcja wyższego rzędu — wytworzenie przez

maszynę „potomka" bardziej od siebie złożonego. Wyobraźmy sobie maszynę Turinga, wyposażoną w pamięć wykonaną w postaci blokowej, w której rejestruje ona informację potrzebną do obliczenia samej siebie. Przypuśćmy również, że twórcy tej maszyny nie potrafili dokładnie przewidzieć, jak wielka będzie potrzebna pamięć, i zaplanowali obwody pamięci tak, aby w przypadku zapełnienia pamięci właściwej maszyna mogła korzystać z dodatkowej, mało sprawnej pamięci pomocniczej. Żadne z tych założeń nie może wywołać zastrzeżeń; współczesne komputery w taki właśnie sposób pracują, co więcej, zaopatrzone są w sygnalizację zapełnienia pamięci głównej. Możemy więc przewidzieć, że maszyna Turinga, którą nazwiemy maszyną pierwotną, zarejestruje swój własny niedostatek pamięci i. co więcej, zarejestruje to w postaci nowego żądania w chwili wydania własnego opisu. Maszyna budująca będzie teraz mogła wprowadzić to nowe udoskonalenie do budowy potomka. Maszyna Turinga-potomek będzie miała pamięć o większej pojemności niż maszyna pierwotna i pamięć ta będzie odziedziczona w postaci mutacji opartej na doświadczeniu nabytym przez maszynę pierwotną w okresie swego istnienia, a nie w postaci wstępnego przewidywania konstruktora, który — jak założyliśmy — nie potrafił przewidzieć, jaka pojemność pamięci będzie potrzebna.

6. Dzisiejsze możliwości intelektualne szympansów, jak zresztą wszystkich innych zwierząt, są zdecydowanie zbyt małe, by Cziki-Cziki mogła nie tylko samodzielnie stworzyć fabułę bajki o Czerwonym Kapturku, ale nawet przepisać na maszynie jej tekst. Trudno także przypuszczać, aby w najbliższej przyszłości mogła wykonać tego rodzaju pracę, która wymaga istotnego udziału intelektu. Możliwe jednak jest, że Cziki-Cziki uzyskała ten niespodziewany efekt przyciskając przypadkowo klawisze maszyny do pisania, choć prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest niezwykle małe.

7. Próby tworzenia obrazów za pomocą komputerów przeprowadzane są obecnie obok prób komponowania melodii. Jednakże treść i forma obrazu mniej poddaje się algorytmizacji niż proste melodie. Dlatego największe sukcesy osiągnięto przy tworzeniu malarstwa abstrakcyjnego, gdzie proces imitowania inwencji twórczej metodami stochastycznymi jest stosunkowo łatwy.

---

8. Budowa urządzeń samonaprawczych wchodzących w skład większych jednostek będzie możliwa w najbliższej przyszłości, ponieważ już teraz prowadzone są prace nad wdrożeniem pozytywnych wyników badań w tym kierunku. Od pewnego czasu w wielu skomplikowanych urządzeniach działają podzespoły diagnostyczne, wykrywające miejsca i przyczynę uszkodzenia. Urządzenia samonaprawcze będą miały zastosowania m.in. w pracach automatycznych stacji kosmicznych, gdzie ich zadaniem będzie lokalizacja i wymiana (np. przez podłączenie części zapasowej) uszkodzonego elementu.

9. Nietrudno zgadnąć, że wiadomość z Nowego Jorku musiała być podana w wydaniu primaaprilisowym. Odległość z Ziemi do gwiazdy Proxima Centauri wynosi ok. 4 lat świetlnych i żadne urządzenia sterujące ani wyposażenie rakiety w najdoskonalsze komputery nie umożliwi zwiększenia jej prędkości do tego stopnia, by pokonała barierę 4 lat, czy nawet ją osiągnęła (lecąc z prędkością światła).

10. Ze względu na ogromną liczbę komórek nerwowych, z których zbudowany jest mózg (10^{10}), wielką liczbę możliwych stanów tych komórek oraz wielką liczbę wejść i wyjść mózgu jest on układem, którego pełne przebadanie zajęłoby więcej czasu, niż istnieje Wszechświat. W związku z tym niemożliwe jest zbudowanie pełnej kopii mózgu człowieka, bo wymagałoby to nie tylko przebadania oryginału, ale i odwzorowania poznanych związków.

49. „POLACY NIE GĘSI..."

1. Henryk Greniewski (1903—1972).

2. W 1958 w Zakładzie Aparatów Matematycznych Instytutu Matematyki PAN. Komputer nosił nazwę XYZ.

3. Taką nazwę nosi wprowadzony przez Jana Łukasiewicza (1878—1956) język beznawiasowy, wykorzy-

stany dopiero po latach w teorii maszyn matematycznych.

4. Abraham Stern (1769—1842). Ten podopieczny Stanisława Staszica już w 1812 buduje z zasiłku swego protektora „machinę arithmetyczną do 4 działań z ułomkami", którą w ciągu następnych kilku lat sukcesywnie udoskonala, aż do wyciągania pierwiastków włącznie, by w 1817 zademonstrować machinę rachunkową stanowiącą pierwszy na świecie arytmometr 5-działaniowy.

5. Polska podejmuje produkcję komputera średniej wielkości R-32 z zastosowaniem do przetwarzania danych w systemach centralnej administracji państwowej i w systemach międzyresortowych. Oprócz tego Polska ma się specjalizować w produkcji 25 (spośród 150) urządzeń peryferyjnych.

6. Jest nim urządzenie o nazwie „Echo", oparte na metodzie korekcji mowy u jąkających się, opracowanej przez dra Bogdana Adamczyka z Instytutu Fizyki UMCS w Lublinie.

7. Wielodostępny Abonencki System Cyfrowy — tak się nazywa program rozwoju informatyki w Politechnice Wrocławskiej. Po raz pierwszy i na tak dużą skalę opracowany został program rozwoju informatyki w uczelni, który obejmuje prace badawcze i projektowe w wielu instytutach i jednostkach organizacyjnych Politechniki Wrocławskiej. Nadrzędnym celem tego systemu jest powszechne wprowadzenie do działalności naukowej i dydaktycznej nowoczesnych środków i metod oferowanych przez informatykę. System ten ma być powielony w innych uczelniach.

8. Kopalnia „Jan" na Górnym Śląsku.

9. W 1976 działały: Centrum Obliczeniowe w Warszawie, Zakład Systemów Automatyki Kompleksowej w Gliwicach, Instytut Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej w Warszawie.

10. Między innymi: „BIT" — Biuletyn Informacyjny PTC wydawany od 1958 oraz inne czasopisma naukowe, jak np. *Archiwum Automatyki i Telemechaniki* i wydawany przez Politechnikę Wrocławską kwartalnik *System Science*.

50. Z RÓŻNYCH SZUFLAD

1. Istnieje.
2. Zmniejsza.
3. Zwiększa.
4. Jest, ale w ściśle określonym sensie.
5. Można.
6. Nie jest.
7. Nie jest.

KSIĄŻKI POPULARNONAUKOWE Z DZIEDZINY CYBERNETYKI

A. Kobryński, *Człowiek czy automat*, WP, Warszawa 1967.

W. Pekelis, *Maleńka encyklopedia wielkiej cybernetyki*, WSziP, Warszawa 1974.

W. Sobczak, *Uczenie automatów*, Omega, WP, Warszawa 1977.

A. W. Szylejko i T. J. Szylejko, *Cybernetyka bez matematyki*, Omega, WP, Warszawa 1977.

O. Tiepłow, *O cybernetyce*, WNT, Warszawa 1967.

Mały słownik cybernetyczny, WP, Warszawa 1973.

BIBLIOTEKA
WIEDZY WSPÓŁCZESNEJ
„OMEGA"

Teoria gier w cybernetyce

Jan Kazimierczak

TOMIK 251 zł 15,–

Autor omawia teorię gier jako tę dziedzinę matematyki współczesnej, która przyczyniła się do powstania i rozwoju złożonych układów cybernetycznych. Celem książki jest scharakteryzowanie gier wielochodowych i sposobu ich wykorzystania w rozwiązywaniu problemów wchodzących w zakres cybernetyki. Dla umożliwienia Czytelnikowi pełnego wglądu w teorię gier, przedstawiono także krótką charakterystykę gier w postaci normalnej; duża część książki jest poświęcona automatom samorozgrywającym — ich budowie i funkcjonowaniu — oraz możliwościom zastosowania tych automatów w praktyce, przede wszystkim do wypracowywania optymalnych decyzji i w procesach sterowania.

BIBLIOTEKA
WIEDZY WSPÓŁCZESNEJ
„OMEGA"

Elementy teorii informacji

Wojciech Sobczak

TOMIK 259 zł 10,–

Co to jest teoria informacji, jakie są jej główne problemy, jakie jest jej obecne znaczenie, gdzie znajduje największe zastosowanie – oto niektóre zagadnienia, którym autor poświęca swoją książkę. Wyjaśnia też dokładnie takie pojęcia, jak strata, ryzyko średnie, decyzja i inne, których poznanie jest niezbędne do przyswojenia tej interesującej problematyki. Ponadto, posługując się częstymi przykładami, przystępnie omawia różne systemy przekazywania informacji cyfrowych, tzw. systemy kodowe. Na końcu książki znajduje się ułatwiający lekturę dodatek, zawierający najprostsze pojęcia rachunku prawdopodobieństwa.

Cena zł 25,—

